Metall.
50 e

Königlich Bayerischen Akademie der
Wissenschaften

verehrungsvoll
von
J. Fr. L. Hausmann

Metall. 50e

"

Hausmann

Versuche

zur Bestimmung der Elasticität und Festigkeit verschiedener, auf Königlich Hannoverschen Eisenhütten verfertigter Stabeisen-Sorten,

welche

auf Verfügung des Königlich Hannoverschen hohen Ministerii, durch eine dazu ernannte Commission, im April 1834 zu Cassel ausgeführt worden sind.

Aus den Acten mitgetheilt

von

Joh. Friedr. Ludw. Hausmann.

Besonderer Abdruck aus dem 4ten Bande der Studien des Göttingischen Vereins Bergmännischer Freunde.

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

Versuche zur Bestimmung der Elasticität und Festigkeit verschiedener, auf Königlich Hannoverschen Eisenhütten verfertigter Stabeisen-Sorten, welche auf Verfügung des Königlich Hannoverschen hohen Ministerii, durch eine dazu ernannte Commission, im April 1834 zu Cassel ausgeführt worden sind.

I.

Einleitung.

Das vor einiger Zeit zur Ausführung gekommene Project der Erbauung einer Kettenbrücke über die Weser bei Hameln machte es wünschenswerth, über die Festigkeit und andere Eigenschaften des dazu auszuwählenden Stabeisens genaue Kunde zu erlangen. Dieß gab die Veranlassung, daß das Königlich Hannoversche hohe Ministerium die Anstellung darauf abzweckender Versuche zu verfügen, und mit der Ausführung derselben Herrn Wegbaumeister Hauptmann Ritter Wendelstadt, Herrn Oberhütteninspector Bartels, Herrn Maschineninspector Jordan, Herrn Hüttenschreiber (jetzt Oberfactor) Werlisch und mich zu beauftragen geruhte. Herr Oberbergrath Henschel, der schon so oft zur Beförderung technischer Zwecke auf die uneigennützigste und zuvorkommendste Weise die Hand geboten hat, erklärte sich bereit, eine von ihm vortrefflich construirte, in der Henschel-

schen Maschinenfabrik zu Cassel aufgestellte, hydrodynamische Presse, zu obigen Versuchen darzubieten. Die Mitglieder der zur Ausführung der Versuche in Cassel versammelten Commission vertheilten unter sich die verschiedenen Geschäfte. Herr Maschineninspector Jordan übernahm außer seinem Geschäfte bei den Versuchen, die Berechnung der Resultate und die Redaction des Protocolls; welche mühsamen, mit der größten Sorgfalt und Umsicht ausgeführten Arbeiten dem nachfolgenden Berichte zum Grunde liegen *). Die Commission hatte sowohl bei den Ueberlegungen in Beziehung auf die Anstellung der Versuche, als auch bei den dazu erforderlichen Einrichtungen, wie bei ihrer Ausführung, sich stets des Beirathes und der thätigsten Unterstützung des Herrn Oberbergraths Henschel zu erfreuen, welches auf den erwünschten Erfolg den entschiedensten Einfluß gehabt hat. Außerdem mußte es der Commission angenehm seyn, daß das Interesse, welches die auf einen wichtigen Zweck gerichtete Untersuchung erweckte, auch noch manche andere unterrichtete Männer, von welchen Mehrere dem Göttingischen Bergmännischen Vereine angehören, veranlaßte, theils längere, theils kürzere Zeit den Versuchen ihre Aufmerksamkeit zu schenken, nützliche Winke zu ertheilen und selbst hin und wieder dabei Hülfe zu leisten. Namentlich haben der Kurhessische Oberst der Artillerie Herr Gerland und Herr

---

*) Ein Auszug aus dem Protocolle ist zwar bereits in den Mittheilungen des Gewerbe-Vereins für das Königreich Hannover (3. Lief. S. 152—162. 4. Lief. S. 225—229) enthalten. Die Wichtigkeit des Gegenstandes wird aber hoffentlich auch die etwas verspätete Erstattung eines ausführlicheren Berichtes über obige Versuche rechtfertigen.

Bergrath Koch von Grünenplan besonders thätigen Antheil an den Versuchen genommen. Auch verdient die von dem Herrn Kunstmeister Schrönn von Clausthal, der in anderen Dienstgeschäften zu Cassel gerade anwesend war, bei den Versuchen und der Ausrechnung der Resultate in den vorgeschriebenen Formen geleistete Hülfe, Anerkennung.

Man war überein gekommen, zu den erforderlichen Messungen sich des in Deutschland allgemein bekannten Rheinländischen Fußes, diesen in 12 Zoll, und jeden Zoll in Zehntheile getheilt, zu bedienen. Der hierzu aus dem Inventar der Kurhessischen Artillerie gefälligst dargeliehene, messingene Maßstab, war von dem Herrn Münzmeister und Mechanicus Breithaupt zu Cassel verfertigt und bei einer Temperatur von 15° R. getheilt worden. Ein zweiter auf einer Messingplatte befindlicher Maßstab, welcher zum Messen der Eisen-Stablängen u. s. w. behuf Ausmittelung der für die Elasticitäts-Grade zu beobachtenden Ausdehnungs-Verhältnisse gebraucht werden mußte, war von dem genannten Herrn Mechanicus zufällig nach dem Meter-Maße des neuen Französischen Decimal-Systems angefertigt, und bis in halbe Millimeter getheilt worden. Dieser Maßstab konnte an dem Ende eines mit der Feile abgezogenen Eisendrathstabes von 0,43 Zoll Durchmesser mittelst einer Kopfschraube befestigt werden; am anderen Ende des Drathstabes befand sich ein verschiebbarer eiserner Spann-Kloben, der mit Schraubenstellung nicht allein auf dem Drathstabe, sondern auch vermittelst einer angemessenen Seitenöffnung, auf den zu probirenden Eisen-Stangen u. s. w. für jede schickliche Maßlänge zum Haften gebracht werden konnte. Zum Abneh-

men der Querschnitts-Maßen bediente man sich eines, ähnlicherweise stellbaren, kleinen Stangenzirkels.

Die im Raume des für die Anstellung der Versuche bestimmten, heizbaren Locales, veränderliche Temperatur, ist an einem frei hängenden Thermometer beobachtet worden. Da sie indessen nur innerhalb der Grenzen von + 12° und + 18° R. schwankte, so durfte sie für den vorliegenden Zweck wohl außer Acht gelassen werden.

Die von dem Herrn Oberbergrath Henschel früher schon zu Versuchen über absolute und rückwirkende Festigkeit verschiedener Materialien vielfach gebrauchte hydrodynamische Presse, ist von ihrem Erbauer ursprünglich für den Zweck der Oelbereitung, nach einem eigenthümlichen Principe construirt worden. Es entspricht dieser vortreffliche Apparat allen Forderungen des Gebrauchs in einem Umfange der Kraft-Ausübung, welcher zu dem Betrage von 2500 Centner als bereits versucht angegeben wurde. Folgende, von dem Herrn Maschineninspector Jordan verfaßte Beschreibung, wird, so weit es ohne Zeichnung thunlich ist, die Einrichtung dieser Presse speciell erläutern.

Der die Kraft empfangende und fortpflanzende Preß-Zylinder von Gußeisen, ist bei ca 14 Zoll Länge, 0,9166 Fuß weit gebohrt, an beiden Enden durch Deckelplatten mittelst vier Paar, an der äußeren Zylinder-Umfläche durchlaufenden Schraubenstangen hermetisch verschlossen, und der Axe nach horizontal liegend, in der Mitte eines starken gußeisernen Rahmens befestigt. Dieser Rahmen ist in sich selbst geschlossen; auch der Sicherheit wegen noch mit einem, seiner äußeren Form entsprechenden, schmiedeeisernen Reife umgürtet, und mit beiden Enden auf stabi-

len Holzklötzen gelagert. Die Kolbenscheibe von Kanonen-Metall formirt, mit der, an beiden Seiten durch die geliederten Schluß-Oeffnungen der Zylinderdeckel geleiteten Kolbenstange von Gußeisen, und 0,3116 Fuß Durchmesser, ein ganzes Stück.

Der Preß-Zylinder, dessen Axen-Niveau 22½ Zoll über dem Fußboden liegt, ist doppelt wirkend, und communicirt in den beiden, durch die Kolbenscheibe getrennten Abtheilungen seines inneren Raumes, je einseitig durch eine kupferne Röhre mit dem Sperrhahn-Gehäuse der kleineren Druckpumpe, die, etwas zur Seite des liegenden Preß-Zylinders, in senkrechter Stellung angebracht ist.

Erwähnte Druckpumpe hat einen metallenen, mit seiner Fußscheibe auf dem gußeisernen Preß-Rahmen stehenden Stiefel, dessen metallener Kolben, auf ähnliche Weise wie seine durch eine Schlußbüchse umfaßte Stange, mit einer Liederung versehen ist.

Nach dem Henschel'schen Principe besteht die, als Preß-Mittel angewendete Flüssigkeit, mit gutem Grunde, aus Rüböl. Ein blechernes Gefäß, frei auf dem Boden stehend, ist der Vorraths-Behälter, aus welchem die Druckpumpe mittelst einer von ihrem Stiefelboden unmittelbar abgeleiteten Röhre, das Oel durch ein Boden-Ventil einsaugt. Ein metallener Block enthält außer dem Sperrhahn-Gehäuse auch den Communications-Canal zwischen letzterem und der Druckpumpe, und auf ihm, zwischen dem Hahn und der Druckpumpe, ist der Sitz des mit den entsprechenden Prüfungs-Gewichten belasteten Sicherheits-Ventils befestigt. Der erwähnte Communications-Canal endet im Gehäuse des Sperrhahns zur mittelbaren Verbindung,

mit den früher schon erwähnten, kupfernen, zum Preß-Zylinder führenden Leitröhren, und die Oeffnungen, sowohl des Canals, als der Leitungs-Röhren, liegen in den Winkelpuncten eines gleichseitigen Dreiecks, am Kreise des vertical stehenden Hahnwirbels, dergestalt, daß der Canal mit je einer der Leitröhren zum Preß-Zylinder, entweder zur Rechten, oder zur Linken, resp. in oder außer Verbindung gesetzt wird. Die excommunicirte Leitröhre aber findet sich dann gleichzeitig in geöffneter Verbindung mit einer dritten, im Hahnwirbel nach der Axen-Richtung einseitig, niederwärts, ausgebohrten Lochung, der ein Abflußrohr zum Vorraths-Behälter angesetzt ist. Man verrichtet die Drehung des Hahnwirbels unter einer Winkelgröße von 120° an einem, mit einer Handhabe versehenen Arme.

Die Vertical-Bewegung des kleinen Kolbens der Pumpe wird durch eine daran geschlossene, hölzerne Leitstange mit Zuggelenken bewerkstelligt. Die Kraft eines Menschen ist zur Ausübung der stärksten Pressung, welche die Theile der Maschine abzuhalten vermögen, mehr als hinreichend. Der dafür unter der Decke des Zimmers angebrachte, hölzerne Druckschwengel bildet, bei'm aufsteigenden Hube, der hauptsächlich die Pressung bewirkt, einen doppelarmigen Hebel für die Wirkung des alsdann thätigen Gegengewichtes; während an der entgegengesetzten Verlängerung des Hebels die Kraft des Arbeiters jenes Gegengewicht wieder aufhebt, und dabei den Niedergang des Kolbens vermittelt.

Die volle Hublänge der Pumpe = 6 Zoll, wird gewöhnlich nur mit 4 Zoll bei 20 Zügen pro Minute ausgezogen. Das gestielte, kugelförmige Sicherheits-Ventil von Gußstahl schließt nur mit einer Kreislinie von 0,03133

Fuß Durchmesser die kantige Oeffnung seines metallenen Sitzes; der zylindrische, aufwärts stehende Stiel des Ventils bewegt sich in einer metallenen Leithülse, und endet in einer stumpfen Spitze zum Aufsetzen der, oberhalb vertical geleiteten, eisernen Stange als Stützmittel für den, in schicklichem Höhen-Abstande angebrachten, kreisförmigen Teller zum Aufsetzen der Prüfungs-Gewichte.

Uebersteigt die mit dem Schwengel ausgeübte hydrostatische Druck-Kraft die, der Ventil-Oeffnung entsprechende Sicherheits-Belastung, so hebt sich das Kugel-Ventil, und läßt das bei'm fortwährenden Pumpen andringende Oel durch ein, bis zum Stopfbüchsen-Aufsatze der Pumpe steigend gekrümmtes Seiten-Röhrchen in diesen Aufsatz abfliessen, um von hier ab durch eine weiter fortgesetzte Röhre in den Vorraths-Behälter zurückzukehren.

Für den Zweck obiger Versuche war die Ausübung der Preß-Kraft nur in einfacher Wirkung, d. h. nur nach einseitiger Richtung erforderlich, und eine entgegengesetzte Preßkolben-Bewegung nur nöthig, um die beabsichtigte Spannung entweder einzuleiten oder abzustellen. Weil der gußeiserne Preß-Rahmen nur c^a 7 Fuß im lichten Raume lang ist, und nach Lage des Zylinders inmitten der Rahmen-Länge zum Einspannen langer Eisenstäbe kein genügender Raum übrig blieb, so war von dem Herrn Henschel eine schiebende Fortpflanzung der Preß-Kraft über den Rahmen hinaus, auf folgende Weise vermittelt. Die freien Enden der Preß-Kolbenstange waren zu jeder Seite mittelst angehefteter Schieber-Klauen an dem deshalb justirten Preß-Rahmen geleitet und etwas abgekantet. Sie wirkten zunächst in gußeiserne kreisförmige Schei-

ben, Preßköpfe genannt, von etwa $3\frac{1}{4}$ Zoll Dicke bei $10\frac{5}{8}$ Zoll Durchmesser. Eine der Grundflächen dieser Preßköpfe war eben, die anderen zum Theil convex und mit einer centralen Vertiefung, welche den Kolbenstangen-Enden entsprach, versehen. Von solchen Preßköpfen wurden 2 Stück an vertical hängenden und, behuf der Nachgiebigkeit bei'm Einstellen unter ihrem Aufhängepuncte im Zickzack gekrümmten Dräthen an einander, oder durch Zwischenlagen von passenden Gußeisen-Stücken, mittelbar zusammen gehalten. Der äußere Preßkopf war mit 2 in c^a $7\frac{1}{2}$ Zoll Mittelpuncts-Abstand eingebohrten Vertiefungen versehen, um zweien gußeisernen Schiebstangen von c^a 7 Fuß Länge und $2\frac{1}{8}$ Zoll Durchmesser, die in horizontaler und axenrechter Lage gleichsam eine zweitheilige Fortsetzung der einseitigen Preßkolbenstange bilden, zum vereinigenden Einsatze zu dienen. Das entgegengesetzte Ende dieser Schiebstangen war mit einer änlichen Versatzung in einer zweitheiligen, zum Befestigen der Eisenstäbe besonders geformten, gußeisernen Kluppe eingestellt, deren Leitung bei'm Fortschieben durch Hülfe eines an der Wand des Zimmers eingespannten Holzrahmens vermittelt wurde. Dieser schiebbaren Kluppe entgegengesetzt, war an dem Schilde des gußeisernen Preßrahmens eine zweite änliche Kluppe mit Schraubenriegeln stark befestigt, dergestalt, daß ein in die Kluppen eingelegter Eisenstab von 4 bis $4\frac{1}{2}$ Fuß Länge in Folge der Schiebbarkeit der vorderen, beweglichen Kluppe, durch die fortgepflanzte Wirkung des Preßkolbens nach Erforderniß gedehnt, zurückgelassen, wieder gedehnt, und sofort bis zum Zerreißen an- und abgespannt werden konnte.

Zur Behandlung der Presse waren zwei Arbeiter er-

forderlich, von welchen der eine als Pumper am Druck=schwengel, der andere mit dem Zubringen und Einspannen der zu probirenden Eisenstäbe beschäftigt wurde.

Da, den empfangenen Angaben zufolge, die dem hydrostatischen Drucke exponirten Flächen enthalten, am Preßkolben

F = 0,583287 □ Fuß

und am Sicherheits=Ventile

f = 0,000771 □ Fuß,

so ist das statische Verhältniß der Kraft, welche der Preßkolben ausübt, zu der Belastung, die hiernach das Sicherheits=Ventil trägt

F : f = 756,9944 : 1

d. h. bei 1 Centner Ventil=Belastung wird der Preßkolben eine Kraft von nahe an 757 Centner ausüben.

Das Flächen=Maß des kleinen Pumpenkolbens ist für das obige Verhältniß nicht zu berücksichtigen, indem solches nur bei dem Anschlage der zum Betriebe der Presse erforderlichen Elementar=Kraft — hier der Menschenkraft am Druckschwengel — in Betracht kommen kann.

Die Prüfungs=Gewichte, welche zur Belastung des Sicherheits=Ventils bei der im Vorstehenden beschriebenen, hydrodynamischen Presse befindlich waren, hatten eine zylindrische Form und waren aus Blei verfertigt. Die größeren Gewichtsstücke von beiläufig $5\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser, hatten einen radialen Seiten=Einschnitt, um solche auf dem oben angegebenen Teller, an der vertical stehenden Ventil=Stange, central mit der Axe einschieben zu können. Die kleineren Gewichtsstücke wurden neben der Ventil=Stange aufgesetzt. Die absolute Größe dieser Gewichts=

stücke war im Verhältnisse der Flächen f : F zum Behufe der von dem Herrn Henschel schon früher angestellten Versuche, genau justirt worden, dergestalt, daß in Gemäßheit einer den Commissarien mitgetheilten Notiz,

die 1ste Gewichts-Sorte
bei 0,132101 ℔ Ventil-Belastung einer Preß-Kraft von 100 ℔ entspricht
die 2te Gewichts-Sorte
bei 1,321010 ℔ . . . . 1000 — —
die 3te Gewichts-Sorte
bei 13,210100 ℔ . . . . 10000 — —
die 4te Gewichts-Sorte
bei 66,050500 ℔ . . . . 50000 — —

Neben diesen in veränderlichem Betrage aufzulegenden Gewichtsstücken kam aber wegen einer beständigen Nebenbelastung noch in Betracht,

1. als Zusatz:
das vor dem Gebrauche revidirte, und mit einiger Correction gegen den früheren Zustand, neu bestimmte absolute Gewicht
   a. des Sicherheits-Ventils selbst,
   b. der darauf gestellten Eisenstange,
   c. des Steges nebst dem Teller zum Auflegen der Gewichte mit überhaupt . . . . . 4500 ℔

2. In Absatz:
der durch Versuche unter einer mittleren Belastung, annähernd ausgemittelte Widerstand wegen hydraulischer Hindernisse und Reibung mit . . . . . . 700 ℔
verglichen, ergiebt sich . . . . 3800 ℔
als Werth der constanten Nebenbelastung, welcher bei den angestellten Versuchen, dem veränderlichen Be-

trage aufgelegter Gewichtsstücke zugerechnet werden mußte, um die ganze Ventil-Belastung zu bestimmen.

Da nach dem eigenthümlichen, von dem Herrn Erbauer dieser Presse angewandten Liederungs-Principe, die Fläche des hydrostatischen Druckes bei derselben höchst beschränkt ist, so darf man annehmen, daß der dadurch im höchsten Belastungsfalle bei den Zerreißungs-Versuchen vorgekommene Reibungs-Widerstand am Preßkolben und in den beiden Schlußbüchsen für dessen Kolbenstange, den oben angesetzten Betrag von 700 ℔ um nicht mehr als höchstens 63 ℔ übersteigen haben kann.

II.

Sortiment des zu den Versuchen bestimmten Stabeisens.

Zu den Versuchen wurden zunächst verschiedene Stabeisen-Sorten von der Eisenhütte bei Uslar am Sollinge bestimmt, über deren Verfertigungsart, Beschaffenheit und Signatur von Herrn Werlisch, der damals Hüttenschreiber auf jener Hütte war, und die Anfertigung der Eisensorten geleitet hatte, eine genaue Nachweisung ertheilt worden, aus welcher die nachstehenden Angaben entlehnt sind.

Folgende Verschiedenheiten kamen bei dem zur Probe bestimmten Stabeisen-Sortiment in Betracht:

1. Hinsichtlich des Formates (die Dimensionen in Calenberger Maß).
   a. Stäbe von flachem, vierkantigem Eisen, 4 Zoll breit, $\frac{4}{10}$ bis $\frac{5}{10}$ Zoll dick, mit ausgebreiteten Kopf-Enden, nach Länge und Gestalt der vorläufig projectirten Ketten-Schienen.

b. Stäbe von so genanntem Quadrat-Eisen, von 5 Fuß Stück-Länge, dessen Seite $\frac{3}{4}$ bis $\frac{5}{6}$ Zoll betrug.

c. Stäbe von $\frac{3}{4}$ zölligem Rund-Eisen, 5 bis 10 Fuß lang, und

d. Stäbe in kurzen Rund-Eisen-Stücken — den beabsichtigten Kettenbolzen entsprechend — von $2\frac{3}{4}$ Zoll Durchmesser und 6 Zoll Stück-Länge.

2. Hinsichtlich der qualitativen Verschiedenheit des verwendeten Roheisens, mit verschiedenen, für das Verfrischen gewählten Compositions-Verhältnissen; indem

A. in Ansehung der Art des Roheisens

a. das durch den Hohofen-Betrieb auf der Sollinger Hütte selbst, theils von in dortiger Gegend gewonnenen, theils aus Lerbacher Eisensteinen erzeugte, so genannte Sollinger Roheisen von dem

b. im Hohofen zu Gittelde von Iberger Eisensteinen producirten, so genannten Gittelde'schen Roheisen specifisch sehr verschieden ist*); und

B. die Versetzung beiderlei Roheisen-Arten zum Luppenfrischen, in den nachstehenden Verhältnissen statt gefunden hat:

a. unvermischtes Sollinger Roheisen;

b. $\frac{3}{5}$ Sollinger, $\frac{1}{4}$ Gittelde'sches;

c. $\frac{2}{3}$ Sollinger, $\frac{1}{3}$ Gittelde'sches;

d. $\frac{1}{2}$ Sollinger, $\frac{1}{2}$ Gittelde'sches;

e. $\frac{1}{4}$ Sollinger, $\frac{3}{4}$ Gittelde'sches;

f. unversetztes Gittelde'sches Roheisen.

---

*) Vergl. Ueber den gegenwärtigen Zustand und die Wichtigkeit des Hannoverschen Harzes. Von Dr. J. Fr. L. Hausmann. S. 287.

3. Hinsichtlich der Hüttenmännischen Behandlung in der Feuer=Arbeit:

A. in der Frisch=Arbeit, welche bei sämmtlichen zur Probe gelieferten Stabeisen=Sorten nach der auf der Sollinger Hütte üblichen Durchbrech=Methode, die sich dem so genannten combinirten Frischen nähert*), durchgeführt worden, wobei als Brennmaterial durchgehends Kohlen von harten Holzarten (Buchen, Eichen u. s. w.) angewandt worden, mit welchen Kohlen auch das Schweißen und Raffiniren geschehen;

B. im weiteren Verfahren nach dem Frischen,

a. durch das Schweißen, wonach die Stäbe entweder aus vier zusammengeschweißten Lamellen bestanden, die aus vier, zuvor paarweise und dann zum Ganzen in über einander folgender Lage (☰) oder in Kreuzform (⊞) verschweißten Kolben gebildet waren, dergestalt, daß die Kolben (ohne vorher im kalten Zustande sortirt zu seyn) sogleich nach dem Zerhauen der Luppe formirt wurden;

b. durch das Raffiniren, insofern die Stäbe aus zuvor im kalten Zustande zerstückelten, und mit Berücksichtigung ihres Bruchgefüges sortirten, Stücken entweder in Lamellenform (fünffach) über einander (☰) oder in Kreuzform, vier Stücke paarweise neben einander (⊞) der nachfolgenden Verschweißung unterworfen worden sind;

---

*) Vergl. Versuch einer Darstellung der auf den Harzer und Weserhütten üblichsten Eisenfrischprocesse, von Fr. K. L. Koch Studien des Gött. Vereins B. Fr. 2ter Band S. 1. u. f.

c. durch sofortiges Ausschmieden der Luppenstücke und Kolben, ohne alle weitere Zubereitung durch Schweißen oder Raffiniren.

4. Hinsichtlich der mechanischen Fabrications-Weise.

A. Auf gewöhnliche Weise dargestellt:

a. in der Vorarbeit unter dem Aufwerfhammer des Frischfeuers, und hiernach zur Vollendung unter dem Schwanzhammer des Zainfeuers;

b. in der Vorarbeit wie zuvor unter dem Frischhammer, und hiernach zur Vollendung unter dem Walzwerke behandelt.

B. Auf eine von dem gewöhnlichen Verfahren abweichende Weise dargestellt:

c. Stäbe, nach der Vorarbeit unter dem Frischhammer, bei verschiedenen Wärme-Graden in einem bestimmten Windungs-Verhältnisse schraubenförmig gedrehet, und darnach theils unter dem Zainhammer fertig ausgeschmiedet, theils durch Streckung unter dem Walzwerke vollendet.

d. Mit absichtlicher Anwendung einer hohen oder niederen Temperatur bei der Vollendungs-Arbeit durch Hammer oder Walzen, und

e. mit wiederholtem Ueberschmieden bei geringer Temperatur nach dem Walzen.

III.

Plan für die anzustellenden Versuche.

Um dem Zwecke zu entsprechen: die Elasticität und Festigkeit gewisser Stabeisen-Sorten, in Beziehung auf

ihre Anwendung für die projectirte Kettenbrücke zu prüfen, und die Auswahl der brauchbarsten Sorten zu begründen, wurde beschlossen:

1. zunächst die auf das Maß der Elasticität und absoluten Festigkeit (Cohäsions-Größe) abzielenden Dehnungs- und Zerreißungs-Versuche vorzunehmen, und solche so viel als möglich und in so fern es nach wesentlichen Verschiedenheiten des Stabeisens rathsam erscheinen werde, zwei Mal mit jeder Stabeisen-Sorte zu veranstalten; gelegentlich auch einige Stangen von dem auf der Sollinger Hütte erzeugten Gußstahl, und zur Vergleichung, Englisches und Schwedisches Stabeisen, wie solches zu Cassel oder in Münden im Handel zu erlangen seyn werde, einer gleichen Probe zu unterwerfen;

2. diejenige Festigkeit des Stabeisens zu prüfen, welche bei'm Zuge oder Drucke auf mehr oder weniger dicht geschlossene Quer-Verbindungen, als an Hänge- oder Stecknägeln in Gewinden, bei Vernietungen, und in gleichem Sinne an den Bolzen zum gegliederten Verbande der Kettenschienen bei dem beabsichtigten Brückenbaue, in Anspruch genommen wird, und so viel den Mitgliedern der Commission bekannt war, noch keiner genügenden Prüfung unterworfen worden; damit in Verbindung auch zu beobachten, welcher Einfluß von dergleichen Bolzen unter gemessenen Spannungen thätig ist, um die Löcher der Schienenköpfe ausländend zu erweitern, und bis zum Durchreißen zu zerstören.

Man erwartete übrigens im Voraus, daß Ergebnisse und unerwartete Erscheinungen bei den Versuchen selbst, specielle Modificationen des Verfahrens veranlassen würden,

und behielt sich daher vor, deren Einfluß den Umständen gemäß zu berücksichtigen.

IV.

Präliminar-Versuch.

Um die gewählte Geschäfts-Vertheilung practisch zu versuchen und einzuüben, wurde zuerst ein Präliminar-Versuch*) über Dehnung und Zerreißung mit einem von der Rothenhütte am Harz gelieferten Quadrat-Eisenstabe ausgeführt. Man wurde hierbei über die Unhaltbarkeit der Köpfe belehrt, welche dem zuerst eingespannten Stabe behuf seiner End-Befestigung in den Kluppen gegeben waren. Fig. 1. (T. II.) zeigt diese anfangs getroffene Einrichtung, bei welcher zugerichtete Backenstücke b. b. von Schmiedeeisen an jedem Ende den gegenüber stehenden, zuvor abgefeilten Seitenflächen des Stabes mit hartem Lothe angelöthet waren, und das nur wenig vorspringende Ende des Stabes s. selbst zum Widerhalt gegen die etwas abgeschrägten Stirnflächen der Backen vernietet war. Die gußeisernen, zweitheiligen, mit den beiden Kopfschrauben r. r. vereinigten Kluppen, deren Durchschnitt nach der Richtung des Stabes, Fig. 1. und deren Seiten-Ansicht Fig. 2. darstellt, hatten rechteckige, auf zwei verschiedene Weiten abgesetzte Löcher, in denen jene Köpfe

*) Um eine anschaulichere Vorstellung von der bei den Versuchen beobachteten Methode, so wie von dem Umfange und Gange der Beobachtungen und ihrer fortlaufenden Aufzeichnung in dem Observations-Register, dessen Führung Herr Werlisch übernommen hatte, zu geben, ist der Theil dieses Registers, welcher den Präliminar-Versuch betrifft, in der Anlage A. mitgetheilt.

vor dem Absatze der Backenstücke ihre Haft fanden, und in angemessener Lage durch schwache Keile verwahrt wurden. So eingespannt, erfolgte schon bei einer nur mäßigen Preßkraft an einem dieser Köpfe ein Abschieben der Backenstücke b. b. in der vernieteten Löthung, womit dieser Versuch beendet war.

Zufolge dieser Erfahrung wurde beschlossen, den Enden der Eisenstangen schwalbenschwanzförmige Köpfe zu geben, wie k. k. in Fig. 3. mit zwei Ansichten bezeichnet, und die dazu erforderliche Verdickung der Enden durch Aufstauchen zu erzielen. Die Ausführbarkeit dieser Methode bewährte sich bei allen nachfolgenden Versuchen, nur mit Ausnahme von einzelnen, wenigen Fällen, wo, hinsichtlich des Stabeisens, bei vernachlässigter Keilung, im Zwischenraume der Kluppenlöcher ein Durchziehen der Köpfe erfolgte, oder, namentlich bei'm Gußstahl, durch den nachtheiligen Einfluß des Wärmens und Stauchens im Schmiedefeuer, eine Aenderung des materiellen Gefüges, und damit Brüche in diesen Köpfen verursacht waren.

Noch ergab sich schon bei dem Präliminar-Versuche die Wahrnehmung: daß bei einer oft ungleichmäßigen Einkeilung der Köpfe eine Seiten-Biegung des Eisenstabes innerhalb seiner Spannungs-Länge entweder vermehrt oder hervorgebracht wurde, welche bei der einmal bestehenden Vorrichtung vielleicht durch abgedrehete, kugelförmige Köpfe in dergleichen ausgebohrten Pfannen zu vermeiden gewesen wäre. Da aber bei solchen Ausbiegungen des probirten Stabes die Drathstange des angelegten Maßstabes mit dieser Abweichung von der geradlinigen Axenrichtung sich annähernd parallelisirte, so glaubte man über diese Unvoll-

kommenheit, unter Vermeidung eines zeitraubenden Aufenthaltes, wohl hinausgehen zu dürfen.

Gleichfalls wurde die Bemerkung gemacht, daß die geschmiedeten Eisenstäbe in der Querschnitts-Form mehr und weniger unregelmäßig waren. Da man in Betrachtung zog, daß es für den zunächst vorliegenden, technischen Zweck wichtig sey, die äußere, durch Hämmer oder Walzen gebildete Oberfläche im gegebenen Zustande zu erhalten, welche bei einer möglichst genauen Abrichtung durch Feile oder Drehstahl weggenommen, oder doch verletzt werden müßte, durch welche Arbeit überdem ein kostspieliger Zeitaufwand herbeigeführt seyn würde, so begnügte man sich, bei der Messung jedesmal den kleinsten Querschnitt, wo bei supponirter Gleichartigkeit des Eisens, der Bruch sich erwarten ließ, zu ermitteln, und falls ausnahmsweise die Zerreißung an einer stärkeren Stelle erfolgte, jene nach dieser im Register zu berichtigen.

V.

Versuche in Betreff der Elasticität und absoluten Festigkeit.

In Beziehung auf Elasticität und absolute Festigkeit sind 40 Versuche mit verschiedenen Stabeisen-Sorten von der Sollinger Hütte, und nachher noch 20 Versuche mit Stabeisen-Sorten von Harzer Hütten ausgeführt worden*). Außerdem wurden noch einige Versuche mit verschie-

*) An den letzteren Versuchen nahmen nur die Herren Bartels, Jordan und Werlisch Theil, indem Herr Wendelstadt und ich wegen Berufsgeschäfte Cassel früher verlassen mußten.

denen Sorten von Sollinger Gußstahl, mit Englischem und Schwedischem Stabeisen, so wie einige andere zur Prüfung des Rücksprunges und des aus einer lange anhaltenden Belastung entspringenden Einflusses auf Dehnung angestellt *).

Über jene Versuche und die Erscheinungen welche dabei sich zeigten, ist Folgendes zu bemerken.

a. Die Querschnitte der Eisenstäbe sind vor dem Einspannen in den Apparat und jedes Mal an der schwächsten Stelle gemessen worden. Nach dem Einspannen und während der Ausdehnung ist eine solche Messung ein Mal oder mehrere Male wiederholt, und zwar an derjenigen Stelle, welche in Folge der Streckung die am Mehrsten bemerkbare Schwächung zeigte. Es verdient bemerkt zu werden, daß die verschiedenartige Beschaffenheit des Eisens in ein und demselben Stabe, während der Dehnung oft auffallende Differenzen in den Querschnitts-Maßen erzeugte, und daß in dieser Hinsicht das durch Schmiedung verfertigte Stabeisen die mehrsten Unregelmäßigkeiten darbot. Oft blieben einige Theile der Länge des eingespannten Stabes knotenartig, ganz ohne meßbare Schwächung, während andere frühzeitig sichtbar verdünnt wurden. Ausgezeichnet gleichförmig verhielt sich dagegen alles durch Walzen vollendete Stabeisen. Eine mit zunehmender Dehnung eintretende Lösung des Glühspans begleitete die eintretende Verdünnung und verbreitete sich um so gleichförmiger, je gleichmäßiger die Streckung auf eine

*) Drei der zuletzt erwähnten Versuche wurden durch Herrn Oberst Gerland und Herrn Kunstmeister Schrönn ausgeführt.

Querschnitts-Veränderung einwirkte. Einige Eisen-Sorten von fadiger Textur, unter welchen besonders die raffinirten, mit einem vorwaltenden Zusatze von Gittelde'schem Roheisen dargestellten sich auszeichneten, erlangten durch ein fast vollkommenes Abwerfen des Glühspans, ein mehr und weniger rein metallisches Ansehen von silberweißer Farbe, gezeichnet durch die nach gerader, oder (bei gewundenen Stäben) spiralförmiger Richtung sichtbaren Schweißnäthe. Je mehr das Eisen ein körniges Gefüge behauptete, desto weniger fand eine Reinigung von dem Glühspan-Ueberzuge statt. — Einige Augenblicke vor dem Zerreißen erfolgte an dem reinfadigen Eisen, wenn nicht zufällige Unganzheiten es verhinderten, auf der Bruchstelle eine ausgezeichnete Verdünnung (Fig. 4.), die, wie Fig. 5. andeutet, nach dem Zerreißen oft in der Form eines abgestumpften Paraboloïds mit wenig aufgeworfener Endkante auf solche Weise endete, daß die Bruchflächen selbst eine dem ursprünglichen Querschnitte völlig ähnliche Figur (Quadrat oder Kreis) in verjüngter Dimension darstellten. In solchen Fällen waren die Bruch-Enden auch vollständiger von dem Oxyd-Ueberzuge gereinigt, als an den Bruchstellen solcher Eisenstäbe, die bei körnig erhaltenem Gefüge, ohne sehr merkbare Verdünnung, zerrissen worden sind. Die Dimensionen der Bruchflächen wurden gemessen und als Bruch-Querschnitte in das Register eingetragen *).

*) Eine von mir angestellte Vergleichung der Größe der Verdünnung der Eisenstäbe an der Bruchstelle mit ihrer Ausdehnung hat ergeben: daß im Allgemeinen eine um so stärkere Zusammenziehung erfolgte, je mehr die Ausdehnung der Stäbe in die Länge betrug; so daß also die Zusammenziehungs-Quotienten

b. Die anfänglichen Spannungs-Längen sind, wie bereits angeführt worden, nach dem Französischen Meter-Maße abgenommen. Der Dehnungs-Apparat und die vortheilhafteste Ausnutzung der gelieferten Eisenstangen gestattete (nur mit Ausnahme von drei Versuchen Nr. 40. 58. 73.) für den horizontal anzulegenden Maßstab ungefähr 1 Meter Länge, welche bei scharfer Feststellung des Spannklobens genauer auf 1017 Millimeter gebracht und sorgfältig erhalten worden ist. Bei den als Ausnahme erwähnten drei Versuchen betrug diese anfängliche Länge nur 744 Millimeter, weil, zufällig, die Stücklänge der betreffenden Stäbe kürzer war. Der Endpunct genannter Längen wurde auf einer blank gefeilten Stelle des Stabes mit einer Stahlspitze sauber eingerissen, und hierauf der Maßstab selbst erst festgestellt, nachdem der zum Einziehen der Endköpfe in den Befestigungs-Kluppen vorläufig angewendete Pressendruck mittelst Drehung des Sperrhahns wieder abgestellt worden war.

---

im umgekehrten Verhältnisse zu den Ausdehnungs-Quotienten (d) stehen. Im Einzelnen haben sich freilich manche Ausnahmen von dieser Regel gezeigt, welche theils in der verschiedenen Textur des Eisens, theils in anderen, aus der abweichenden Bearbeitungsart desselben hervorgegangenen Modificationen seiner Beschaffenheiten, zum Theil aber auch wohl in der Schwierigkeit, die Bruchquerschnitte mit Genauigkeit zu messen, begründet seyn mögen.

Ich habe auch versucht, über das Verhältniß des specifischen Gewichtes des Eisens vor und nach dem Zerreißen der Stäbe Aufschluß zu erhalten. In den Resultaten liegen aber Widersprüche, welche vielleicht aus Unganzheiten gewisser Stäbe zu erklären seyn dürften, auf deren Entstehung die Darstellungsart derselben von Einfluß gewesen seyn konnte.

c. Bei dem Auflegen der Gewichte auf den Teller der Ventil-Stange berücksichtigte man die Querschnittsfläche des eingespannten Stabes, und begann mit einem angemessenen, geringen Betrage, um durch Zulage, in behutsamer Steigerung, denjenigen Gewichtsbetrag möglichst genau zu ermitteln, bei welchem nach dem Abstellen der Preßkraft, die kleinste Aenderung der anfänglichen Maß-Länge (= $\frac{1}{20}$ Millimeter, nach Verabredung) als eine bewirkte bleibende Ausdehnung des eingespannten Eisenstabes sich erkennen ließ. Fortschreitend im Zulegen der Gewichte wurden die Dehnungs- und Rücksprungs-Maße ferner beobachtet, bis endlich nach Ueberspannung der Cohäsion die Zerreißung des Stabes erfolgte.

d. Zeitweilige Ausdehnung und bleibende Dehnung der probirten Stäbe wurden aus der Größe der Ausdehnung während der Belastung und aus der Länge nach Abnahme der Belastung abgeleitet. Die bei noch vorhandener Belastung gemessene Verlängerung, dividirt durch die ursprüngliche Stab-Länge (ohne Belastung), giebt den Ausdehnungs-Quotienten. Mittelst der auf halbe Millimeter hinabgehenden Eintheilung des Maßstabes und Anwendung einer guten Loupe, konnte bei diesen Messungen noch $\frac{1}{20}$ Millimeter, ja selbst $\frac{1}{60}$ Millimeter abgeschätzt werden *).

---

*) Obgleich diese Schärfe der Messung als genügend erscheinen mag, so hat man doch nicht verkannt, daß ein Multiplicator, der selbst einem Nonius vorzuziehen gewesen wäre, eine noch höhere Genauigkeit mit wesentlicher Erleichterung gewährt haben würde. Da indessen die Einrichtung eines Multiplicators von der durch

e. Idealisirte wirkliche Elasticitäts-Gränze gegenüber der hier so genannten. Nimmt man an, daß Stäbe, die, wie vorliegend, im Sinne der absoluten Festigkeit probirt werden, unter niederen Graden spannender Kräfte sich zwar ausdehnen, aber nach Wegnahme der spannenden Kraft auf das anfängliche Maß ihrer Länge in sich selbst wieder zurückziehen, oder mit anderen Worten, vollkommen zurückspringen; so muß der Eintritt der kleinsten bleibenden Dehnung (nach aufgehobener Spannung) die ideale Elasticitäts-Gränze, d. h. ein Gewicht bezeichnen, bei welchem keine weitere Pressungs-Zulage statt finden kann, ohne die dem gegebenen Material ursprünglich inwohnende Elasticität zu schwächen. Um aber bei Bestimmung dieser wahren Elasticitäts-Gränze jener Bedingung zu entsprechen, würde man sich zur Beobachtung der vollständigsten Hülfsmittel zu bedienen haben, welche der Commission unter den angezeigten Umständen nicht zu Gebote standen. Demnach kam man überein, bei dem Eintritte von $\frac{1}{20}$ Millimeter bleibender Dehnung, eine so genannte Elasticitäts-Gränze durch das Gewicht in Pfunden zu bewerthen, welches die vorausgegangene periodische Ausdehnung bewirkt, und nach verrichteter Abschließung des Sperrhahns der Presse den bis auf $\frac{1}{20}$ Millimeter unvollkommenen Rückspring ergeben hatte. In diesem Sinne sind alle Angaben und weiter berechneten

---

Herrn Henschel getroffenen maschinellen Vorrichtung abhängig war, und deshalb vor Ansicht der letzteren von Seiten der Commissarien nicht bestimmt werden konnte, so mußte man bei Kürze der Zeit auf ein solches Hülfsmittel verzichten.

Resultate der gegenwärtigen Verhandlung zu verstehen, wenn selbst ohne weiteren Zusatz von Elasticitäts-Gränze die Rede ist.

Obwohl bei Ausführung der Versuche darauf gehalten wurde, daß während des Zurückdrehens des Sperrhahnes die Druckpumpe unthätig seyn mußte, so ließ sich doch jedes Mal ein schnalzendes Geräusch in dem Hahnwirbel vernehmen, welches den wirklich erfolgenden Austritt einer kleinen Portion der gepreßten Flüssigkeit (des Oeles) durch den niederwärts in der Hahn-Axe eingebohrten Canal, und von hier ab durch das anstoßende Ableitrohr in den frei stehenden Oel-Vorraths-Behälter anzeigte. Erst am Ende der Versuchs-Reihe gelangte man zu der Wahrnehmung, daß bei dem eben beschriebenen Zustande der Absperrung, noch eine Reaction in den zuvor angestrengt gewesenen Theilen der hydraulischen Presse verhalten bleibe, und daß diese eine mechanische Wirksamkeit äußere, wenn man nach dem Absperren die Druckpumpe auf die zuvor passive Seite des Preßkolbens einwirken und den Preßkolben bis zur völligen Lösung seines Stangen-Endes am Preßkopfe nach entgegengesetzter Richtung zurücktreiben ließ. Es war wichtig genug, diesen Gegenstand einer eventuellen Berichtigung genau zu prüfen, daher vier Versuche deshalb angestellt wurden. Ueber den Betrag der fraglichen Reaction, deren Wirkung einen vermehrten Rücksprung zur Folge hatte, ergiebt

der 1ste Versuch (Nr. 80[a]), angestellt mit Stabeisen aus Gittelde'schem Roheisen, ⊞ raffinirt, □ geschmiedet:

plus-Rückſprung bei {0,4761□″ Querſchnitt u. 19,300 ℔ Preßkraft über der ſogen. Elaſt. Gränze} $\frac{2}{20}$ ſ. und $\frac{3}{20}$ ſ. Millimeter.

der 2te Verſuch (Nr. 83.), angeſtellt mit Stabeiſen, aus $\frac{2}{3}$ Sollinger und $\frac{1}{3}$ Gittelde'ſchem Roheiſen □ gewalzt, bei 0,5041□″ Querſchnitt:

plus-Rückſprung bei
einer Preßkraft = 9800 ℔ in der ſog. Elaſt. Gr. — Nichts.
— — 10,000 ℔ zunächſt üb. — — $\frac{1}{20}$ Millm.
— — {11,800 ℔ bis 15,800 ℔} demnächſt üb. — — $\frac{2}{20}$ —
— — {17,800 ℔ bis 21,800 ℔} weit über — — $\frac{1}{20}$ —

der 3te Verſuch (Nr. 80[b]), angeſtellt mit Stabeiſen aus $\frac{1}{2}$ Sollinger und $\frac{1}{2}$ Gittelde'ſchem Roheiſen, ○ gewalzt, zuvor geſchweißt, bei 0,4072□″ Querſchnitt:

plus-Rückſprung in der ſog. Elaſt. Gr.
bei 16,800 ℔ — — — $\frac{1}{20}$ Millim.
zunächſt darüber bei 17,000 ℔ — — — $\frac{2}{20}$ r. —

der 4te Verſuch (Nr. 80[c]), mit demſelben Eiſen wie bei Nr. 80[b] angeſtellt, wobei nur der Querſchnitt verſchieden = 0,3957□″ gefunden worden:

plus-Rückſprung ſchon unterhalb der ſog. Elaſt. Gr.
bei 13,800 u. 16,800 ℔ — — $\frac{1}{20}$ Millim.
— 14,800 ℔ aber — — $\frac{2}{20}$ —

in der sogen. Elast. Gr.

bei 17,800 ℔ Elast. Gr. $\frac{2}{20}$ Millim.

über der sog. Elast. Gr.

bei 18,300 ℔ nach 15 Minuten dauernder Spannung der Preßgewichte — $\frac{1}{20}$ Millim.

bei 20,000 ℔ u. 10 Min. Zeitd. — fast Nichts

— 20,500 ℔ — 30 Min. — — $\frac{1}{20}$ Millim.

— 20,500 ℔ — 60 Min. — 2 Mal beob. Nichts

— 20,500 ℔ — 60 Min. — — — $\frac{1}{20}$ Millim.

— 20,500 ℔ — 120 Min. — — — $\frac{1}{20}$ —

— 21,000 ℔ — 25 Min. — — — Nichts.

— 22,000 ℔ — 15 Min. — — — Nichts.

— 23,000 ℔ — 85 Min. — — — $\frac{2}{20}$ Millim.

— 24,000 ℔ — 42 Min. — — — $\frac{1}{20}$ Millim.

— 25,000 ℔ — 40 Min. — — — $\frac{1}{20}$ Millim.

Diese mit möglichster Sorgfalt angestellten Prüfungen gestatten nachstehende Folgerungen:

1. Die Erscheinung eines plus-Rücksprunges ist unter den angeführten Manipulations-Umständen ziemlich constant; indessen ist
2. dieselbe bei geschmiedetem Stabeisen (wenn ein einziger Versuch diese Meinung begründen könnte) etwa doppelt so groß als bei gewalztem, wobei vielleicht nur die zufällige Ursache einer durch Kaltschmieden mehr gehärteten Oberfläche zum Grunde liegt.
3. Dieser plus-Rücksprung wird keinesweges durch vermehrte Preßkraft oder durch verlängerte Zeitdauer ihrer Spannung erhöhet.

Diese Erfahrungen sind bei nachfolgender Beurtheilung der aus den Versuchen gezogenen Resultate, gehörig be-

rücksichtigt worden. Als muthmaßliche Ursache dieser Erscheinung dürfte anzunehmen seyn:

1. daß im flüssigen Preßmittel (hier im Rüböle) eine gewisse Compressibilität statt findet;
2. daß die damit angefüllten Theile der hydraulischen Presse eine elastische Erweiterung bis zu einem gewissen Grade erleiden; und vielleicht auch
3. daß die auswendigen festen Theile des Apparates (Preßkolbenstange, Preßköpfe, Kluppenschrauben und Schiebstangen) vermöge ihrer rückwirkenden Festigkeit einige Federkraft äußern; endlich aber
4. daß bei Lösung der Pressen-Spannung durch Zurückpumpen, alle Reibungs-Widerstände und hydraulische Hindernisse, welche selbst bei einem leeren Rückgange statt finden, von der Druckpumpe übernommen werden, also einem vergrößerten Rücksprunge nicht hinderlich werden.

f. Eine Anomalie in Bezug auf bleibende Dehnung hat sich bei vielen Versuchen damit ergeben, daß entweder keine, oder eine zuvor bei geringerer Preßkraft bereits eingetretene, bleibende Dehnung späterhin, statt zu beharren oder zuzunehmen, wieder zurückgieng. Die erste Andeutung davon erlangte man bei dem Versuche Nr. 11. Späterhin wurde sie meßbar, und sehr auffallend bewirkte sie einen verkürzenden Rückgang: bei Versuch Nr. 21. mit □ geschmiedetem, raffinirtem, zuvor schraubenförmig gedrehtem Stabeisen, aus reinem Gittelde'schen Roheisen, von $\frac{1}{20}$ f. Millim. auf Null.

— — Nr. 22. mit ○ und kalt gewalztem, zuvor wie

bei Nr. 21. gedrehetem und □ geschmiedetem Stabeisen, aus $\frac{2}{3}$ Sollinger und $\frac{1}{3}$ Gittelde'schem Roheisen,

von $\frac{3}{20}$ f. Millim. plus auf Null und nachher von Null auf $\frac{2}{20}$ Millimeter minus (wo unter minus eine Verkürzung hinter Null verstanden wird).

Bei Versuch Nr. 25. mit Stabeisen von derselben mechanischen Behandlung wie Nr. 22., nur warm gewalzt, aus reinem Gittelde'schen Roheisen,

von Null bis auf $\frac{3}{20}$ minus.

— — Nr. 31. mit □ geschmiedetem und geschweißtem Stabeisen, aus $\frac{1}{4}$ Sollinger und $\frac{3}{4}$ Gittelde'schem Roheisen,

von Null, bei 10 Mal auf einander folgenden Auflagen (von 11,800 bis 20,800 ℔), nach jeder gleichbleibend bis auf $\frac{1}{20}$ Millim. minus.

— — Nr. 46. mit dem □ gewalztem Stabe des probirten, Englischen Eisens,

von Null, bei 7 auf einander folgenden Gewichtssätzen, gesteigert von 8800 bis zu 14800 ℔, 4 Mal bis zu $\frac{1}{20}$ Millim. minus und 3 Mal bis zu $\frac{2}{20}$ Millim. minus.

— — Nr. 73. mit dem einzelnen, □ geschmiedeten Stabe von Schwedischem Eisen,

von Null bis $\frac{1}{20}$ Millim. minus.

Bei Versuch Nr. 81. mit geschmiedetem Sollinger Gußstahl von der schweißbaren Sorte,

von Null bis auf $\frac{1}{20}$, dann $\frac{3}{20}$, und endlich $\frac{6}{20}$ Millim. minus; (gieng dann auf Null wieder vor, und reckte sich plötzlich bei einer nur von 16,800 bis 17,000 ℔ gesteigerten Ventil = Belastung, von Null bis zu $\frac{12}{20}$ Millim. plus oder bleibender Ausdehnung).

— — Nr. 58. mit der unschweißbaren Sorte des Sollinger Gußstahls,

von Null ab nicht mehr als $\frac{1}{20}$ Millim. minus.

Eine hypothetische Erklärung dieses nur zeitweilig eingetretenen, verkürzenden Rückganges von zuvor erlangter, bleibender Dehnung dürfte sich vielleicht auf die Wirkung eines mechanischen Momentes stützen, welches aus der rückwirkenden Elasticitätskraft und einer damit erzeugten Geschwindigkeit gebildet wird. Die Wirkung dieses Momentes kann sich wahrnehmbar machen entweder (bei völlig gerader Einspannung des Stabes) durch ein Zusammenstauchen der Theile in sich selbst, oder (bei zufällig vorhandener geringer Biegung) durch periodisch vermehrte Biegung. Beide Zustände bewirken eine am Maßstabe erkennbare Verkürzung, die im ersten Falle, in der Axe selbst, im zweiten, in der Sehne einer etwa eingetretenen Biegung statt findet. Beobachtet ist: daß, je größer dieser minus-Rückgang sich zeigte, desto zeitiger und beträchtlicher nachher eine Abspannung der Elasticität erfolgte, und die bleibende Dehnung alsdann gewöhnlich rasch zunahm. Wahrscheinlich

ist es, daß die Fähigkeit zur Erzeugung eines solchen Momentes zum Theil wohl von dem inneren Gefüge des Eisens (oder Gußstahls) bedingt seyn mußte, weil nur einzelne Stäbe sich dadurch auszeichneten.

g. Das Maß der absoluten Festigkeit ist nach Maßgabe des vor dem Einspannen der Stäbe gemessenen Querschnittes auf die Fläche eines Rheinländischen Quadratzolles reducirt, und in dem entsprechenden Gewichte, nach Cöllnischen Pfunden, welches die Cohäsion zerstört haben würde, verzeichnet. Ueber die nach dem Zerreißen beobachtete Form und das äußere Ansehn der Bruch-Enden ist das Nöthige oben bereits bemerkt.

h. Durch Vergleichung des Bruchgefüges mit den Werthen der absoluten Festigkeit ergab sich bei dem von Sollinger Hütte gelieferten Stabeisen Folgendes:

1) Bei sechs verschiedenartigen Sorten von höheren Graden absoluter Festigkeit (Versuche Nr. 21. 33. 23. 28. 25. 18.) haben nur drei Sorten vollkommen fadige, eine Sorte ganz körnige (größtentheils feinkörnige), eine Sorte vorwaltend körnige nur mit Fäden gemengte, und eine vorwaltend fadige nur auf $\frac{1}{4}$ der Fläche körnige Textur auf den Bruchflächen gezeigt. Von den betreffenden Stäben waren 3 Stück fertig geschmiedet, und 3 Stück ausgewalzt; 2 Stück aus reinem Gittelde'schen, 1 Stück aus reinem und 3 Stück mit vorwaltendem Sollinger Eisen producirt; endlich 2 Stäbe raffinirt und schraubenförmig gedreht (worunter einer nach dem Drehen kalt geschmiedet), 2 Stäbe geschweißt und gedreht, und 2 Stäbe bloß geschweißt worden.

2. Bei sechs verschiedenartigen Sorten von geringer absoluter Festigkeit (Versuche Nr. 10. 26. 32. 12. 4. 8.) zeigten sämmtliche Brüche vollkommen fadige Textur, und einzelne den auffallendsten Grad der Zähigkeit durch langsame und beträchtliche Dehnung an der Bruchstelle. An mehreren Stäben war auf der Bruchfläche die Absonderung der Schweißnäthe sichtbar. Von den sechs Stäben waren 2 fertig geschmiedet und 4 ausgewalzt; 3 ohne vorgängige Zubereitung formirt (als ordinäres Stabeisen), 2 raffinirt und 1 geschweißt. Hinsichtlich des Materials waren davon 3 Stäbe aus reinem Gittelde'schen, und 3 Stäbe aus $\frac{2}{3}$ Sollinger und $\frac{1}{3}$ Gittelde'schem Roheisen erzeugt.

Von den probirten ausländischen Eisensorten war

3. das Englische, gewalzte (Vers. Nr. 46.) im Bruche, bei langsamer Dehnung, fast vollkommen fadig, aber von höchst auffallend dunkelgrauer (in's Rothbraune spielender) Farbe, wie sie dem so genannten faulbrüchigen Eisen eigen ist.

4. Das Schwedische, geschmiedete (Vers. Nr. 73.) zerriß plötzlich, ohne vorherige Dehnung, unter starkem Knalle, mit völlig körnigem (zum Theil sehr feinkörnigem, halbrohem) Bruchgefüge.

5. Von zwei Sorten des probirten Sollinger Gußstahls (Versuche Nr. 51. incl. 82. und Nr. 81.) zeigte der unschweißbare einen geraden, in der Höhe des Feinkörnigen nur wenig gegen den Zustand vor der Probe verringerten Bruch; der schweißbare hingegen, der unter stärkerem Knalle und sehr fühlbarer Wärme zerriß, statt des ursprünglichen, feinkörnigen Gefüges, einen gleichar-

gien und vollkommen ebenen Bruch, dem des gehärteten Stahls gleichkommend.

i. Ueber sonstige Erscheinungen, als Begleiter der Dehnung oder des Zerreißens, ist Folgendes anzuführen:

1. Wärme-Entwickelung ließ sich an den probirten Stäben stellenweise, seltener (wie z. B. bei Vers. Nr. 7.) gleichmäßig und allgemein verbreitet, in den höheren Spannungs-Graden, vorzugsweise bei fadigem Eisen, bemerken, und war an den Bruch-Enden um so fühlbarer, je länger die fadige Textur bei dem Ausziehen dem Zerreißen widerstand. Nahe vor dem Zerreißen erreichte die Erwärmung mehr und weniger den Grad der Blutwärme.

2. Magnetismus zeigte sich an den Eisenstäben in gleichem Verhältnisse mit der Wärme-Entwickelung, und wurde, nachdem man bei den später probirten Harzer Eisen-Sorten darauf aufmerksam geworden war, durch starkes Anziehen von Eisenfeilspänen erkannt *). Der schweißbare

*) Da die eine Hälfte der Enden von den bei den Versuchen zerrissenen Eisenstäben mir zur Aufbewahrung zu Theil geworden, so war ich im Stande, sie später in Beziehung auf etwaige Dauer des Magnetismus zu prüfen. Zuerst geschah dieses im Mai, vier Wochen nach Anstellung der Versuche. Ein Theil der Stücke ließ durch Anziehung von Eisenfeilspänen noch deutlich in verschiedenen Graden Magnetismus wahrnehmen. Das Stück von dem Stabe Nr. 27. zog ganze Büschel von Feilspänen an und an dem Stücke von dem Stabe Nr. 31. war die Kraft noch so stark, daß Nähnadeln daran hängen blieben. Die Untersuchung gab zu folgenden Bemerkungen Veranlassung:

1. Nur das äußerste, bei dem Zerreißen verdünnte Ende der

Sollinger Gußstahl, welcher unter ausgezeichneter Erwärmung und starker Verdünnung an der Bruchstelle zerriß, ließ nur geringen Magnetismus an den Bruchkanten wahrnehmen.

3. Lichterscheinung, im Augenblicke des Zerreißens, glaubte ein einzelner Beobachter ein Mal in Gestalt eines kräftigen Funkens wahrgenommen zu haben. Zwei mit ordinärem Sollinger und mit aus reinem Gittelde'schen Roheisen gefrischtem, □ geschmiedetem Stabeisen absichtlich Abends im Dunkeln angestellte Zerreißungs-Versuche, haben jedoch eine ähnliche Licht-Erscheinung nicht wieder bemerken lassen.

4. Knistern auf der Oberfläche fadiger Eisenstäbe, und klingende, saitenartige Töne, vom Zerreißen

---

Stücke ließ Magnetismus erkennen; weder am entgegengesetzten Ende der 3—4 Zoll langen Stücke, noch an anderen Stellen derselben zeigte sich eine Spur davon.

2. An dem verdünnten Ende zeigten sich die Kanten und Ecken, so wie die hervorragenden Spitzen der Fadenbündel am stärksten magnetisch.

3. Die Stücke, an welchen sich unzweideutig Magnetismus wahrnehmen ließ, gehörten der Mehrzahl nach zu den Stäben, welche bei dem Zerreißen im Verhältniß zur Ausdehnung, sich am stärksten zusammengezogen hatten.

4. Magnetismus zeigte sich vorzüglich an solchen Stücken, welche sich durch eine vollkommen fadige Textur auszeichneten.

Im Juli desselben Jahres wurden die magnetischen Stäbe abermals geprüft. Die anziehende Kraft zeigte sich etwas vermindert.

Im Juli 1840, also über sechs Jahre nach Anstellung der Versuche in Cassel, ließen die mehrsten jener Stücke noch deutliche Spuren von Magnetismus durch Anziehung von feinen Eisenfeilspänen erkennen.

oder Verschieben innerer Fäden herrührend, sind öfters vernommen worden. Knall ist bei vollkommen fadiger Textur wie bei körnigem Bruche, mehrmals vorgekommen.

5. Einzeln angetroffene Querbrüche an den Kanten haben in keinem der wenigen Fälle, wo solche bemerkt wurden, die Zerreißung des Stabes unmittelbar verursacht.

k. Versuche über den Stoß-Effect, quer auf die Axe stark gespannter, und in der Ausdehnung begriffener Stäbe wirkend, wurden unter Nr. 35. 36. 37 und 39 angestellt, um für analoge Zustände in der Anwendung des Stabeisens einige Ansichten zu gewinnen. Zu dem Ende wurde ein eiserner Hammer h. (Fig. 6.) mit einem leichten hölzernen Stiele versehen, und der letztere c. $3\frac{1}{2}$ Fuß lang an einer Drehaxe a., deren schwache Zapfen über und zwischen Kupferdrath-Stiften ihren Lauf fanden, aufgehängt. Der Hammer konnte am Stiele in einer lothrechten Ebene schwingend, einen Bogen h‴h oder h″h oder h′h beschreiben, der so gestellt war, daß die Stellung des Stiels ah beim Zutreffen auf den bei s im Querschnitte gezeichneten Eisenstab, noch von einer Lothlinie entfernt blieb, die man aus der Axe von a abwärts hätte fällen können. Ein zwischen den Wänden einer Fenster-Nische eingespreiztes Brettstück B. B. diente zur Einrichtung des Hammers für seine, ohne seitliches Anliegen beabsichtigte, Fall-Bewegung, und zur Aufzeichnung von horizontalen Parallel-Linien, welche die senkrechte Höhe uk. eines angemessenen Falles in beliebig verschiedenen Maßen an den Bogenweg h″. h′. h. übertrugen. Man wählte zu den Stäben, die versucht werden sollten,

absichtlich nur gewalztes Rundeisen von 0,71 bis 1,72 Zoll Durchmesser, um den Hammer-Schlag normal auf die Axen-Lage wirken zu lassen, und kam nach einem Präliminar-Versuche Nr. 35. dahin überein, den Hammer, dessen Gewicht mit gehöriger Berücksichtigung des Stieles = 1 ℔ 18½ Loth = 1,578 ℔ betrug, statt aus 3 Fuß senkrechter Höhe, wie anfangs, zunächst 1½ und nachher 2′ hoch (senkrecht), dann aber auch in bestimmten Terminen ein Mal und zwei Mal fallen zu lassen, übrigens aber mit dem Auflegen der Preß-Gewichte rücksichtlich der Dehnung und des Rücksprunges mit dem gewöhnlichen Verfahren möglichst nahe gleichen Schritt zu halten. Die Erfolge dieser Schlag-Versuche sind, mit denen von gleichem, nach der gewöhnlichen Methode probirtem Stabeisen, verglichen, folgende:

A. Nr. 35. gegen Nr. 38.

Bei dem Versuche Nr. 35. bewirkte 1 Fall 3 Fuß hoch, schon bei 7800 ℔ Preß-Gewicht eine bleibende Dehnung = $\frac{2}{10}$ f. Millim. und indem die Ventil-Belastung auf gewöhnliche Weise gesteigert wurde, erfolgte die Zerreißung erst bei 27900 ℔, nachdem bei überhaupt 19 einfachen Hammerschlägen, von welchen 5 auf 3 Fuß, und 14 nur auf 1½ Fuß senkrechte Fallhöhe gestellt wurden, jedes Mal vor dem Falle zugleich Streckung und Rücksprung bei einerlei Preß-Gewicht beobachtet waren (so lange ein rasches Fortschreiten der Ausdehnung diese doppelte Beobachtung nicht hinderte). Es betrug, nach gehöriger Reduction, das Maß der absoluten Festigkeit pro □ Zoll hiernach = 70508 ℔.

Bei dem Versuche Nr. 38., dessen Stab bei gleicher

Eisenstärke nur in so fern von dem unter Nr. 35. verschieden war, als jener bei rechter Temperatur, dieser aber zu warm ausgewalzt war, erfolgte dagegen erst nach 16600 ℔ Belastung, eine zwar beträchtliche bleibende Dehnung $= \frac{7}{20}$ Millim. und das Maß der absoluten Festigkeit erreichte pro □ Zoll nur 68233 ℔.

B. Nr. 36. gegen Nr. 33., beide von einer und derselben Stange genommen.

Bei dem Versuche Nr. 36. erfolgte nach 4 Schlag-Terminen zu 2 Hammerschlägen, unter $1\frac{1}{2}$ Fuß Fallhöhe, eine bleibende Dehnung $= \frac{1}{20}$ Millim. Bei 10800 ℔ Preß-Gewicht und nach überhaupt 22 dergleichen Schlag-Terminen, war das Maß der absoluten Festigkeit = 67092 ℔ pro □ Zoll.

Bei dem Versuche Nr. 33. ohne Hammerschläge, erfolgte der Eintritt der bleibenden Dehnung $= \frac{1}{20}$ Millim. gleichfalls bei 10800 ℔. Das Maß der absoluten Festigkeit war aber = 73728 pro □ Zoll.

C. Nr. 37. gegen Nr. 34. Beide von gleichartigem Eisen und einerlei Querschnitt. Der Versuch Nr. 37. ergab schon bei 8800 ℔ Ventil-Belastung und nach einem Schlag-Termine von 2 Hammerschlägen eine bleibende Dehnung $= \frac{3}{20}$ Millim. die absolute Festigkeit war nach überhaupt 22 dergleichen Schlagterminen, mit einer senkrechten Fallhöhe $1\frac{1}{2}$ Fuß, = 62693 ℔ pro □ Zoll.

Bei dem Versuche Nr. 34. erfolgte erst mit 15800 ℔ Preß-Gewicht, bis zu welcher Belastung ein anhaltender Rückgang über Null sich gezeigt hatte, sogleich 28 $\frac{10}{20}$ Millim. bleibende Dehnung und die absolute Festigkeit betrug nur = 62423 ℔ pro □ Zoll.

D. Nr. 39. gegen Nr. 38. von gleichem Eisen. Der Versuch Nr. 39. ergab bei 8800 Preß-Gewicht, nach 2 Schlag-Terminen von 2 Hammerschlägen, jeder 2 Fuß hoch, eine bleibende Dehnung $= \frac{1}{20}$ Millim. Nach überhaupt 22 dergleichen Schlag-Terminen betrug die absolute Festigkeit = 63937 ℔ pro □ Zoll.

Bei dem Versuche Nr. 38. ohne Hammerschläge erfolgte erst nach 16600 Ventil-Belastung plötzlich eine bleibende Dehnung $= \frac{3}{20}$ Millim. Die absolute Festigkeit war = 68233 ℔ pro □ Zoll.

Uebergehet man den Doppelversuch unter A. wegen Ungleichheit der Temperatur bei dem Auswalzen, so ergiebt sich als Resultat aus den übrigen: daß unter Mitwirkung des beschriebenen Stoß-Effectes,

unter B. { die bleibende Dehnung völlig gleichmäßig, die absolute Festigkeit aber kleiner,

unter C. { die bleibende Dehnung zeitiger aber schwächer, die absolute Festigkeit größer,

unter D. { die bleibende Dehnung gleichfalls zeitiger aber schwächer, die absolute Festigkeit hingegen kleiner war,

als bei den Versuchen ohne Hammerschläge; mithin im Ganzen genommen wider Erwarten keine auffallende Benachtheiligung der Haltbarkeit durch die mit einem mechanischen Momente von 15,279, 17,642 bis 21,606 Fuß = Pfund ausgeübten Hammerschläge sich gezeigt hat.

l. Eine mit gleichmäßiger Preßkraft lange anhaltende Spannung bewirkte eine fortschreitende Ausdehnung in den Eisenstäben während der Belastung in verschiedenem Maße. Bei den mehrsten Dehnungs-

Versuchen hat man nahe vor der Cohäsions-Gränze eine und dieselbe Spannung bis auf 10 Minuten fortwähren lassen, und die Zunahme nach Verlauf von 4 bis zu 10 Minuten beobachtet. Das minimum dieser Ausdehnungs-Zunahme fand bei den Versuchen Nr. 5. und Nr. 26. statt. Es betrug solche nach Verlauf von 10 Minuten

bei Versuch Nr. 5. an einem □ geschmiedeten Stabe von ⊞ raffinirtem, aus $\frac{2}{3}$ Sollinger und $\frac{1}{3}$ Gittelde'schem Roheisen producirtem Eisen, dessen Querschnitt = 0,5040 □ Zoll und dessen Länge von 1017 Millim. bis auf 1029 Millim. zuvor schon gestreckt war, bei einer beständigen Spannung, die 80 pro Cent der absoluten Festigkeit ausmachte, = $2\frac{10}{20}$ Millim.;

— — Nr. 26. aber, an einem □ gewalzten Stabe, der auf gleiche Weise raffinirt und aus demselben Roheisen producirt war, von 0,4899 □ Zoll Querschnitt, dessen Länge von 1017 Millim. bis auf 1054 Millim. (hier, wie bei Nr. 5., während der Belastung) schon gestreckt worden, bei einer beständigen Spannung von 89 pro Cent der absoluten Festigkeit = $29\frac{15}{20}$ Millim.

Ueber die Zunahme einer bleibenden Dehnung mit der Zeit, bei gleichbleibender Belastung belehrt insbesondere der sehr ausführliche Versuch Nr. 80^{c}. Ein O gewalzter Stab von geschweißtem, aus $\frac{1}{2}$ Sollinger und $\frac{1}{2}$ Gittelde'schem Roheisen producirtem Eisen, der

schließlich bei 65706 ℔ pro □ Zoll zerrissen worden ist, hatte bei 0,3957 □ Zoll Querschnitt und der vom Anfange her auf 1017 Millim. erhaltenen Länge, unter 17800 ℔ Ventil-Belastung seine Elasticitäts-Gränze erreicht. Sofort bei 18300 ℔ war seine **bleibende** Dehnung = $26\frac{5}{20}$ Millim. Diese vermehrte sich progressiv, doch unregelmäßig, nachdem

	während	15	Minuten	Zeitdauer	19000	℔
darnach	—	20	—	—	19500	—
—	—	10	—	—	20000	—
—	—	30	—	—	20500	—
—	—	60	—	—	20500	—
—	—	60	—	—	20500	—

also im 1sten Abschnitte, während einer Zeit von 195 Minuten oder $3\frac{1}{4}$ Stunden 19000 bis 20500 Preß-Gewicht aufgelegt gewesen waren, um $13\frac{13}{20}$ Millim., mithin bis auf $39\frac{18}{20}$ Millim. Während einer Zeit von abermals 60 Minuten und bei einem Preß-Gewichte von 20500 ℔ blieb die vorige bleibende Dehnung unverändert; bei derselben Belastung schritt sie während der nächsten 60 Minuten bis auf $39\frac{19}{20}$ Millim. fort; und beharrete während der nachfolgenden 2 Mal 60 = 120 Minuten in voriger Maße, und hatte demnach im 2ten Zeit-Abschnitte von 240 Minuten = 4 Stunden, bei 20500 ℔ gleichbleibender Belastung, welche 79 pro Cent von dem Maße der nachher gefundenen absoluten Festigkeit pro □ Zoll ausmacht, nur um $\frac{1}{20}$ Millim. in der **bleibenden** Dehnung **zugenommen**.

Wenn gleich in diesem Erfolge nichts Gesetzmäßiges sich zeigt, so erfährt man dadurch doch, **wie** in einem

bestimmten Falle die Verhältnisse bleibender Dehnung bei einer über die Elasticitäts-Gränze ziemlich weit hinaus gegangenen Belastung gewesen sind.

m. Die Haupt-Resultate der Dehnungs- und Zerreißungs-Versuche, in Zahlen ausgedrückt, enthalten die hierneben befindlichen Tabellen B. und C., über welche folgende Erklärungen zu geben sind *):

Von den mit den Ziffern 1 bis 8 überschriebenen Columnen enthält die erste Angaben über das Format und die Maße der probirten Stäbe, hinsichtlich ihres Querschnittes, an der schwächsten Stelle gemessen. Beispielweise bedeutet in Tab. A. Versuch 1: □ $\frac{0{,}672''}{0{,}700}$ einen nahe quadratischen Querschnitt, dessen Seiten an der nehmlichen Stelle von 0,672 bis 0,700 Zoll verschieden waren; in Versuch 22: ○ 0,72″ einen kreisförmigen Querschnitt von 0,72 Zoll Durchmesser; in Versuch 40: ▭ $\frac{1{,}700''}{0{,}400}$ einen rechteckigen Querschnitt von 1,700 Zoll Breite und 0,400 Zoll Dicke.

Die zweite Columne giebt als nächste Elasticitäts-Gränze diejenige, nach der Länge des Stabes wirkende, auf 1 Quadratzoll Querschnitt reducirte Belastung in Pfunden = f an, bei welcher nach erfolgtem Aufhören der Spannung ein Zurückspringen des gedehnten Stabes mit bleibender Vermehrung seiner ursprünglichen Länge von

---

*) Die vorkommenden Maßen beziehen sich auf das Rheinländische Duodecimal-Maß (in Fußen und Zollen), die Gewichte auf das Cöllnische Gewicht (in Pfunden).

nur $\frac{1}{20}$ Millimeter beobachtet worden ist. Diese bleibende Aenderung beträgt ausnahmsweise in den Versuchen Nr. 40. 58 und 73 $= \frac{1}{744 \times 20} = \frac{1}{14880}$, übrigens aber allgemein $\frac{1}{1017 \times 20} = \frac{1}{20340}$ der ursprünglichen Stab-Länge *).

---

*) Es ist den Mitgliedern der Commission nicht entgangen, daß alle Werthe der gefundenen und früher nur so genannten Elasticitäts-Gränze (f) beträchtlich hoch stehen; um so mehr, wenn in Folge der Correction jene für f gefundenen Werthe einer wirklichen Elasticitäts-Gränze, (d. h. völlig ohne bleibende Dehnung) für angemessen zu erachten sind. Tredgold giebt in seinem Werke: Practical Essay on the Strength of Cast Iron and other Metals. London 1824. (deutsch, Leipzig 1826.) für gutes Englisches Stabeisen von Pennydarran die Werthe nach gehöriger Reduction von Engl. Maß und Gewicht auf resp. Rheinl. und Cölln.)

$$\text{für } f = 18322 \text{ ℔}$$
$$- e = \tfrac{1}{1400} = 0{,}000714$$
$$\text{demnach} - m = \frac{f}{e} = 25650800 \text{ ℔};$$

wogegen das zu Cassel probirte, aus Münden bezogene, Englische Stabeisen ergeben hat:

$$\text{für } f = 28444 \text{ ℔}$$
$$- e = 0{,}001032$$
$$\text{demnach} - m = \frac{f}{e} = 27562019 \text{ ℔}$$

Peter Lagerhjelm leitet aus seinen Versuchen (Versuche zur Bestimmung der Dichtheit, Gleichartigkeit, Elasticität, Schmiedbarkeit und Stärke des gewalzten und geschmiedeten Stabeisens. A. d. Schwed. von Dr. J. W. Pfaff. Nürnberg 1829. S. 143.) für das Schwedische Stabeisen folgende Mittelwerthe ab (nach gleicher Reduction wie zuvor):

Die dritte Columne giebt den Quotienten = e derjenigen Längen-Ausdehnung, welche bei der in der zweiten Columne bemerkten Belastung von f Pfunden, also vor dem Zurückspringen statt gefunden hat. So ist z. B. in Versuch 1, der eingespannte Eisenstab bei einer Belastung f = 23393 ℔ für den □ Zoll um e = 0,000688 seiner ursprünglichen Länge gedehnt worden, und nach Wegnahme jener Belastung bis auf die Differenz von $\frac{1}{20340}$ = 0,000049 derselben Länge wieder zurückgesprungen.

Die vierte Columne stellt das Elasticitäts-Maß (den Modul der Elasticität) nach zwei verschiedenen Ansichten, welche übrigens auf ein gleiches Zahlen-Verhältniß hinauslaufen, dar. Die unter dieser Rubrik berechneten

---

für f = 19512 ℔
— e = 0,000933 bis 0,001558

demnach — $m = \frac{f}{e}$ = 21057667 bis nur 12523461 ℔;

wogegen bei dem zu Cassel probirten, aus Münden bezogenen Schwedischen Eisen sich folgende Werthe ergeben haben:

für f = 35893 ℔
— e = 0,001344

demnach — $m = \frac{f}{e}$ = 26706106 ℔.

Nach der Angabe von Tredgold und Lagerhjelm sind die von ihnen probirten Eisenstäbe eben so wie bei den Versuchen zu Cassel geschehen ist, in dem Zustande, in welchem solche von den Eisenwerken gekommen waren, ohne durch Feilen oder Abdrehen die ursprüngliche Kruste verloren zu haben, angewendet; die angezeigten Werthe für f. und e. sind aber von ihnen nicht direct durch Dehnung, sondern nach der Theorie seitlicher Biegung berechnet worden.

Werthe bestimmen nehmlich in beiden Fällen die Größe der Starrheit (Rigidität) des geprüften Materials, streng genommen für den Zustand einer noch völlig ungeschwächten Elasticität, welcher jedoch in den hier vorliegenden Versuchen (wie oben bereits bemerkt worden) nur annähernd ausgemittelt werden konnte. Die Größe der Starrheit wächst bei gleicher Dehnungs-Fähigkeit (e) im geraden Verhältnisse der anzuwendenden Spannung (f); sie vermindert sich aber bei gleicher Spannung im umgekehrten Verhältnisse der dabei beobachteten Dehnungs-Fähigkeit (e). Um dieses Verhältniß $\frac{f}{e}$ als den Elasticitäts-Modul $= m$ anschaulich zu machen, giebt

α. die erste Spalte dieser vierten Columne, mit der Bezeichnung m, ein Gewicht in Pfunden an, welches erforderlich seyn wird, einen horizontal liegenden Stab, dessen Querschnitt durchaus 1 □ Zoll beträgt, und dessen Selbstgewicht (bei unbestimmter Länge) unter der so bedingten Lage außer Einfluß gedacht werden muß, ohne Verminderung seiner ursprünglichen Elasticität (also unter Bedingung eines demnächst wieder eintretenden, vollkommenen Rücksprunges) in einem Verhältnisse von $e : 1$, dessen zweites Glied als Zähler des Quotienten $\frac{1}{e}$, der Einheit entspricht, von welcher e als Bruchtheil zu verstehn ist, nach seiner Längen-Richtung auszubehnen. Demnach folgen (wenn die bei der zweiten Columne erwähnte Unvollkommenheit des Rücksprunges als unerheblich angesehen werden darf) die betreffenden Zahlenwerthe aus der Proportion $e : f = 1 : m$, weil, so lange die ursprüng-

liche Elasticität nicht geschwächt ist, die spannenden Kräfte (f) sich genau verhalten wie ihre Ausdehnungs-Quotienten (e) mithin m Pfund $= \frac{f}{e}$.

β. Die zweite Spalte, mit der Bezeichnung M, beantwortet die Frage: wie lang muß ein Stab des fraglichen Materials seyn, welcher bei 1 □ Zoll Querschnitt und einer gleichförmigen prismatischen Gestalt hier in der Absicht senkrecht hängend gedacht wird, um durch sein eigenes absolutes Gewicht jene ideale Längenausdehnung in dem unter *α* erläuterten Verhältnisse von $\frac{1}{e}$ zu erlangen, vorausgesetzt (wie unter *α*), daß unter dieser Spannung die ursprüngliche Elasticität nicht geschwächt werden darf, also bei nachherigem Horizontallegen ein vollkommenes Zurückspringen in die anfängliche Länge wieder erfolgen wird. Setzt man demnach, in Folge vorläufig angestellter Versuche, als Mittelzahl des specifischen Gewichtes bei dem Sollinger Stabeisen g = 7,84*), so

*) Herr Werlisch hatte die Güte gehabt mir von mehreren, auf der Sollinger Hütte dargestellten Stabeisen-Sorten zweckmäßig zugerichtete Proben zur Bestimmung des specifischen Gewichtes mitzutheilen. Von jeder Sorte wurden zwei Proben mittelst einer von Rumpf verfertigten hydrostatischen Wage, bei einer Temperatur des destillirten Wassers von 15° R. gewogen, und von den gefundenen specifischen Gewichten das Mittel genommen. So ergab sich das specifische Gewicht:

1) von Sollinger Stabeisen, □ gewalzt und ⊞ raffinirt,

bei der ersten Bestimmung	= 7,8472
— — zweiten —	= 7,8404
im Mittel	= 7,8438

wiegt ein dergleichen Stab bei 1 □ Zoll Querschnitt und 1 Fuß Länge = 3,593 = p Pfund; und man findet die Höhe des Elasticitäts-Maßes für die Basis von 1 □ Zoll, oder M, in Fußen, $= \frac{m}{p} = \frac{f}{e.p}$ Für Stabeisen sind in der gegenwärtigen Darstellung die genannten Werthe von g und p allgemein beibehalten, weil in Ermangelung besonderer Versuche die etwaige geringe Differenz unbeachtet bleiben darf*). Das specifische Gewicht des unschweißbaren Sollinger Gußstahls ist obigem mittleren specifischen Gewichte des Sollinger Stabeisens gleich; wogegen das spezifische Gewicht des schweißbaren Sollinger Gußstahls = 7,86**); daher p = 3,602 Pfund.

---

2) von Sollinger Stabeisen, □ geschmiedet, ⊞ raffinirt,
bei der ersten Bestimmung = 7,8355
— — zweiten — = 7,8344
im Mittel = 7,8350

3) von Sollinger ordinärem Rundeisen (nicht raffinirt),
bei der ersten Bestimmung = 7,8353
— — zweiten — = 7,8458
im Mittel = 7,8406

*) Später sind von mir die specifischen Gewichte von verschiedenen, auf der Sollinger Hütte aus Gittelde'schem Roheisen producirten Stabeisensorten bestimmt worden, wobei den obigen sehr nahe kommende Resultate sich ergeben haben, indem das niedrigste specifische Gewicht = 7,8324 und das höchste = 7,8484 gefunden wurde.

**) Meinem Wunsche, das specifische Gewicht der verschiedenen Sorten von Gußstahl, welche auf der Königlichen Eisenhütte bei Uslar am Sollinge verfertigt werden, zu bestimmen, kam die Güte des Herrn Werlisch, der sich die wesentlichsten Verdienste um die Fabrication jenes Gußstahls erworben hat, und dem man auch eine lehrreiche Beschreibung derselben in den Mitthei-

In Fällen, wo, wie bei Kettenbrücken, nicht allein die Cohäsionskraft (absolute Festigkeit), sondern wesentlich auch die Dehnungs-Fähigkeit berücksichtigt werden muß, gewährt eine Ermittelung des Elasticitäts-Maßes in der erläuterten Form ein nützliches Anhalten bei der Wahl des Materials*).

---

lungen des Gewerbevereins für das Königreich Hannover (19. Lief. S. 353.) verdankt, durch Uebersendung passender Stücke entgegen. Bei den Wägungen war die Temperatur des destillirten Wassers = 16° R.

A. Sog. unschweißbarer (weniger schweißbarer) Gußstahl im ungehärteten Zustande.
Specifisches Gewicht nach der ersten Bestimmung = 7,8443
— — — — zweiten — = 7,8436
Mittleres spec. Gewicht = 7,8439

B. Sog. unschweißbarer Gußstahl im gehärteten Zustande.
Specifisches Gewicht nach der ersten Bestimmung = 7,7655
— — — — zweiten — = 7,7685
Mittleres spec. Gewicht = 7,7670

C. Schweißbarer Gußstahl im ungehärteten Zustande.
Specifisches Gewicht nach der ersten Bestimmung = 7,8541
— — — — zweiten — = 7,8685
Mittleres spec. Gewicht = 7,8577

D. Schweißbarer Gußstahl im gehärteten Zustande.
Specifisches Gewicht nach der ersten Bestimmung = 7,8084
— — — — zweiten — = 7,7940
Mittleres spec. Gewicht = 7,8012

Der sog. unschweißbare Gußstahl hat einen größern Kohlengehalt als der schweißbare, womit das gefundene geringere specifische Gewicht des ersteren im Einklange ist. Daß gehärteter Stahl ein geringeres specifisches Gewicht als ungehärteter besitzt, haben auch bereits andere, mit verschiedenen Stahlsorten angestellte Versuche ergeben.

*) Als ein erläuterndes Beispiel mag hier eine desfallsige Ver-

Die fünfte Columne enthält Verhältnißzahlen von den Werthen der, den geprüften Materialien inwohnenden Federkraft, ausgedrückt unter der Benennung: Maß des Rücksprunges, und bezeichnet mit R. Auch in dieser Beziehung ist die Beibehaltung der ungeschwächten ursprünglichen Elasticität eine stehende Bedingung. Begreiflicher Weise steht diejenige Federkraft höher, welche — ohne Schwächung zu erleiden — entweder bei gleicher Spannung (f) eine größere Dehnung (e), oder bei gleicher Dehnung (e) eine größere Spannung (f) gestattet; demnach darf man (im Sinne mechanischer Momente)

---

gleichung des gelegentlich mit probirten Englischen Stabeisens (Versuch Nr. 46.) und des Sollinger unschweißbaren Gußstahls (Versuch Nr. 51.) eine Stelle finden. Obgleich die Cohäsionskraft (8te Col.) des genannten Gußstahls um $\frac{121322}{55466} = 2\frac{1}{5}$ Mal, und die Gewichtsspannung bis zur nächsten Elasticitäts-Gränze (f. in der 3ten Col.) um $\frac{67904}{28444} = 2\frac{2}{5}$ Mal größer ist, als die des geprüften Englischen Stabeisens, so stehet dennoch die Größe der Starrheit (das Elasticitäts-Maß) dieser Materialien nur in dem annähernden Verhältnisse (4te Col.) von m, in Pfunden

$$= 32899231 : 27562019$$

oder von M, in Fußen

$$= 9209792 : 7715700$$

weil die Dehnungsfähigkeit (e) des Gußstahls gerade doppelt so groß beobachtet worden ist, (0,002064) als die des angeführten Englischen Stabeisens (0,001032.) Abgesehn von anderen Neben-Verhältnissen kann demnach die Anwendung des Gußstahls statt des Stabeisens bei dem Bau einer Kettenbrücke, unter Bedingung einer gleichen Pfeilhöhe, bei derselben Spann-Weite, keinen erheblichen Vortheil durch Verminderung der Querschnittsflächen in den Ketten-Schienen gewähren.

$f \times e = R$ als eine, unter übrigens gleichen Umständen brauchbare Verhältnißzahl anerkennen. Daß jedoch die in dieser Beziehung berechneten Resultate sehr schwankende Verhältnisse darstellen, und wahrscheinlich durch mehrfache Zufälligkeiten bedingt seyn mögen, erhellet bei näherer Ansicht der Tabelle.

Sechste Columne. Berücksichtigt man bei verschiedenartigen Materialien die Größe ihrer respectiven Dichtigkeiten nach Maßgabe des specifischen Gewichtes, so folgt, daß die Werthe des Rücksprung-Maßes zugleich nach dem umgekehrten Dichtigkeits-Verhältnisse geschätzt werden müssen. Es sind dieselben unter der üblichen Benennung des specifischen Rücksprunges, bezeichnet = S, in der siebenten Columne mit aufgenommen worden, um beiläufig auch in diesem Betracht eine Ansicht zu gewinnen. Z. B. verhält sich, nach den Versuchen Nr. 46 und 51, für die Anwendung von Federn, das probirte Englische Stabeisen zum Sollinger Gußstahl (wegen R) = 29,354 : 140,454, oder — bei der Annahme eines gleichen specifischen Gewichtes beider — nach der siebenten Columne (wegen S) = 3,744 : 17,915.

Die siebente Columne weiset nach, wie viel Theile der ursprünglichen, vor dem Einspannen gemessenen Stablänge, wenn diese = 1 gesetzt wird, die im Augenblicke des Zerreißens, also bei Zerstörung der Cohäsion durch Ueberspannung bewirkte Ausdehnung, mithin die Zunahme der Länge, nach Decimal-Bruchtheilen betragen hat. So z. B. dehnte sich der in Versuch Nr. 1. mit 65476 Pfund für den □ Zoll zerrissene Eisenstab um 0,054, oder um $5\frac{4}{10}$ pro Cent seiner ursprünglichen Länge. Zu bemerken

ist: daß die Zahlenwerthe dieses Ausdehnungs-Quotienten für die Zerreißung in vielen Fällen nicht mit vollkommener Genauigkeit ermittelt werden konnten, weil die Beobachtungen in dieser Beziehung meistens nur annähernde Ausmessungen gestattet haben.

Die achte Columne schließt mit einer Angabe des Cohäsions-Widerstandes, womit die versuchten Stäbe nach ihrer Längen-Richtung zerrissen worden sind, also des auf einen Quadratzoll berechneten Maßes der absoluten Festigkeit.

Die hierneben befindliche Anlage D. giebt die Uebersicht einer Rangordnung der von Sollinger Hütte gelieferten, und den Versuchen unterworfenen Stabeisen-Sorten, und zwar nach den Werthen

1. für die Elasticitäts-Gränze $= f$ in Pfunden,
2. für den Ausdehnungs-Quotienten $= e$, (während einer f ℔ entsprechenden Spannung)
3. für das Elasticitäts-Maß $= m = \frac{f}{e}$ in Pfunden,
4. für das Maß der absoluten Festigkeit.

Diese Uebersicht ist ein Auszug der Tabelle B, indem aus dieser von den Resultaten mehrerer, mit derselben Eisensorte angestellten Versuche, für jede der benannten vier Spalten der Tabelle C nur ein Werth und zwar immer der höchste genommen ist. Da in Beziehung auf das Maß der absoluten Festigkeit (Spalte 4) bei einer früheren Gelegenheit bereits 6 Eisensorten von den höchsten und 6 von den niedrigsten Graden für eine Erörterung ausgehoben worden sind, so braucht hier auf die dort befolgte Methode nur Bezug genommen zu werden.

VI.

Versuche über die Quer=Stärke von Bolzen.

Rücksichtlich des Widerstandes von Bolzen gegen eine abdrückende oder abschneidende Wirkung in gewindeartigen Verbindungen sind überhaupt 17 Versuche angestellt worden, nehmlich 14 mit Sollinger Stabeisen, 2 mit Sollinger Gußstahl und 1 mit einem Gelbkupfer. Dieselbe oben angegebene Vorrichtung, welche zum Fassen und Zerreißen der Eisenstäbe angewendet worden war, konnte auch für die jetzt zu beschreibenden Versuche gebraucht werden. Eine einfache und eine zweitheilige Backe mit ausgebreiteten Enden, nach Art der Kettenschienen=Köpfe, und von dem hierzu gelieferten Stabeisen verfertigt, wurden wie Fig. 7. und 8. in zwei verschiedenen Längen=Ansichten darstellen, in einander geschoben, dergestalt, daß die ganze Länge dieser Verbindung dem, bei den Eisenstäben gewöhnlichen Einspannmaße von etwa 4 Fuß gleich kam. Die Backenköpfe waren an ihren zusammenliegenden Flächen nur hammerrecht abgerichtet, und winkelrecht auf denselben mit correspondirenden Löchern durchbohrt, deren Durchmesser mit den verschiedenen Bolzenstärken übereinstimmten. Die freien Enden waren angeschweißt und zur Fassung mit den früher beschriebenen, schwalbenschwanzförmigen Köpfen versehen worden.

Die zu prüfenden Bolzen waren auf 4 bis 6 Zoll Länge nach gegebenen Schablonen genau abgedreht, und für mehrere zu wiederholende Versuche, der Länge nach, ausreichend. Für die schmiedeeisernen Bolzen, auf deren Prüfung es hauptsächlich ankam, wurden absichtlich ver=

schiedene Durchmesser bestimmt, um das danach resultirende Verhalten in einer vergleichbaren Progression übersehen zu können.

Im Allgemeinen verhielten sich die probirten eisernen Bolzen unter der angewendeten Preßkraft, wie folgt:

Anfangs zeigte sich, wie in Fig. 9. ein Eindruck am mittleren Theile des Bolzens, und die oberhalb wie unterhalb frei hervorragenden Enden desselben nahmen eine mehr und mehr nach der Scherenbacke d gerichtete Neigung an. Endlich erfolgte, bei entsprechender Preßkraft, der Durchbruch des Bolzens entweder gänzlich, mit zwei freien Schnittflächen, oder nur einseitig, mit einer solchen Fläche, wenn eines der freien Enden am Mitteltheile sitzen blieb. Fig. 10. giebt in A eine Ansicht vom Zustande des Bolzens nahe vor dem Durchdrücken, und zugleich in B die Form eines Mittelstückes, wenn dasselbe zu beiden Seiten von den Enden wirklich abgedrückt war. So lange die Kraft der Spannung durch Eindrücken thätig war, verursachte sie, vermöge der Lochkanten in den Backen, an den Schnittflächen der freien Enden und des Mitteltheils blank geriebene, mondviertelänliche Flächen, welche, wie Fig. 10. bei C und D angiebt, in entgegengesetzter Stellung ihrer Concavitäten erscheinen mußten. Die schraffirt angegebenen Theile der Bruchflächen waren matt, d. h. uneben, von feinem Korne, das den Bruch von Faden anzeigte. Die erwähnten Schnitt- und Bruchflächen waren mehr und weniger eben und mit einem einseitig aufgeworfenen Rande versehen, je mehr oder weniger die Backen durch aufgesetzte Schraubzwingen rücksichtlich ihrer Fugenweiten zusammengehalten werden konnten. Einen

abweichenden Erfolg, wo die eine Backenfuge mehr erweitert war, zeigt Fig. 11. In allen Fällen aber erschien das hinausgedrückte Mittelstück m Fig. 12. in einer nach seiner Mitte eingebogenen Form, eine Folge des Aufliegens der Backenkanten a und b, und einer damit auf Einbiegung wirkenden Kraftäußerung. Auch ist die ursprüngliche Kreisform des Bolzen-Querschnittes auf den Schnitt- und Bruchflächen desto mehr auf eine ovale Form (deren kleine Axe in der Zugrichtung liegt) verändert, je mehr die Weichheit des Eisens den Eindruck gestattete, oder ein zufälliger Spielraum des Bolzens im Loche eine Seiten-Quetschung der Eisenmasse zuließ. Dem Stabeisen ziemlich änlich war in dieser Beziehung das versuchte Gelbkupfer. Der Abbruch erfolgte an beiderlei Material fast unbemerkbar für das Gehör. Verschieden dagegen verhielten sich die Bolzen von Gußstahl, die, von unschweißbarer Sorte, ein Mal im gewöhnlichen, und ein Mal im gehärteten (federharten) Zustande, bei diesem ohne allen Eindruck, bei jenem nur mit einer Spur davon, durchgerissen worden sind. In beiden Fällen ist der Bruch dieser Stahlbolzen von einem bedeutenden Knalle begleitet gewesen.

Die Erscheinungen bei diesen Bolzen-Versuchen sind besonders interessant, weil sie den Umfang der Rücksichten andeuten, welche bei einer gründlichen und mehrseitigen Forschung über diesen Gegenstand die sorgfältigste Beachtung verdienen. Ein Zusammenwirken der nach verschiedener Beziehung durch absolute, respective und rückwirkende Festigkeit bezeichneten Cohäsionskräfte findet bedingter Weise statt, um eine andere Art von Cohäsion, die man vielleicht Verschiebungs-Cohäsion, zum Unter-

schiede von Zerreißungs-Cohäsions nennen dürfte, durch Schwächung oder Verstärkung zu modificiren.

Nach den Wahrnehmungen, zu welchen die Commission durch die angestellten Versuche gelangte, sind etwa folgende Umstände als Functionen bei einer mathematischen Verwerthung der Widerstandsgröße zu betrachten:

1. die verschiedenen Grade der Härte und Starrheit an den activen und passiven Theilen einer Bolzen-Verbindung;

2. die Uebereinstimmung der Lochweiten mit den Bolzenstärken, mit oder ohne Spielraum;

3. die Dicke der Backenblätter für bestimmte spannende Kräfte;

4. die Genauigkeit des mit oder ohne Fuge statt findenden Zusammenliegens der Backenflächen; die dadurch beiläufig mehr oder weniger scharf erhaltenen Lochkanten der Backen, und ihre Spielräume nach dem Zusammenschlusse; endlich

5. die Form und Stellung der Bolzen-Querschnitte, letztere hinsichtlich der Richtung des Zuges.

(Änliche, wenn nicht gleiche, Rücksichten bedingen die Wirkungen von Metallscheren, Durchschnitten, Schneidwalzen u. s. w.)

Im Nachstehenden folgen auszugsweise die Zahlen-Verhältnisse, welche aus den Versuchen entnommen sind. Es ist darüber vorher zu bemerken, daß in Folge der oben beschriebenen Backen-Einrichtung, die von der Presse ausgeübte Kraft jedes Mal zwei Durchschnitte, als Endflächen des hinausgedrückten Mittelstückes (B. Fig. 10.) bewirkt hat, und demnach für jeden einzelnen Durch-

schnitt die Hälfte jener Kraft in Anrechnung gebracht werden muß.

A. Bolzen von Sollinger Stabeisen, ⊞ raffinirt und geschmiedet, producirt aus $\frac{2}{3}$ Sollinger und $\frac{1}{3}$ Gitteldeschem Roheisen, dessen absolute Festigkeit im Mittel der Versuche Nr. 5. und 6. = 62213 ℔ pro □ Zoll betragen hat;

a. von 0,50 Zoll Durchmesser oder 0,1962 □ Zoll Querschnitt, sind durchgerissen mit 9790 ℔ Kraft für jede Schnittfläche, macht 49898 ℔ pro □ Zoll derselben = 80 pro Cent vom Werthe der absoluten Festigkeit. Versuche Nr. 41. bis 45.

b. Bolzen, welche für dieses Mal an beiden Enden mit Schraubengewinden versehen, und nach dem Durchstecken daselbst mit Muttern über den Backenflächen möglichst scharf angezogen waren, um das Abbiegen der Enden zu verhüten.

Versuch Nr. 47., bei 0,50 Zoll Durchmesser, oder 0,1962 □ Zoll Querschnitt, durchgerissen mit 9100 ℔ auf jede Schnittfläche, macht pro □ Zoll 46381 ℔ = 75 pro Cent der absoluten Festigkeit.

Versuch Nr. 48., bei 0,51 Zoll Durchmesser, oder 0,2042 □ Zoll Querschnitt, durchgerissen mit 9400 ℔ auf jede Schnittfläche, macht pro □ Zoll 46033 ℔ = 74 pro Cent der absoluten Festigkeit.

c. Bolzen von 0,67 Zoll Durchmesser = 0,3524 □ Zoll Querschnitt, mit ziemlich dichter Fuge zwischen den Backen, durchgerissen, im Mittel, mit 14925 ℔ auf jede Schnittfläche, macht 42352 ℔ pro □ Zoll = 68

pro Cent der absoluten Festigkeit. Versuche Nr. 52. und 53.

d. Bolzen von demselben Durchmesser und Querschnitte wie zuvor, nur mit mehr klaffenden Backenfugen von 0,24 und 0,21 Zoll Abstand, durchgerissen im Mittel mit 15225 ℔ auf jede Schnittfläche, macht 43203 ℔ pro □ Zoll = 70 pro Cent der absoluten Festigkeit. Versuche Nr. 54. und 55.

e. Bolzen von 0,82 Zoll Durchmesser = 0,5278 □ Zoll Querschnitt, durchgerissen mit 22900 ℔ auf jede Schnittfläche, macht pro □ Zoll 43387 ℔ 70 pro Cent der absoluten Festigkeit. Versuche Nr. 56. und 57.

f. Bolzen von 1,00 Zoll Durchmesser. Als die Zugkraft der hydraulischen Presse bis zu 60800 ℔ Ventil-Belastung gesteigert war, hielt die Fassung der Backenköpfe in einer der Kluppen nicht mehr Stand, daher der Versuch Nr. 85. nicht beendigt werden konnte. Der eingesetzte Bolzen war indessen bereits gekrümmt worden, und hatte Eindrücke von 0,03 bis 0,06 Zoll Tiefe erhalten.

Hinsichtlich der Festigkeit dieser zylindrischen schmiedeeisernen Bolzen von 0,50 bis 0,82 Zoll Durchmesser dürfte demnach auf jede einseitige Schnittfläche eine Zugkraft von 68 bis 80 pro Cent des Werthes der absoluten Festigkeit in Anschlag zu stellen seyn, um unter den angeführten Umständen ein Abschneiden daselbst zu bewirken. Die Bolzen von kleinerem Durchmesser (0,50 Zoll) haben verhältnißmäßig 7 bis 10 pro Cent mehr ausgehalten, als die dickeren (von 0,67 und 0,82 Zoll Durchmesser).

B. Bolzen von Sollinger Gußstahl der un-

schweißbaren Sorte, deren Durchmesser 0,50 Zoll und deren Querschnitt 0,1962 □ Zoll betragen hat:

a. im gewöhnlichen (ungehärteten) Zustande, bei Versuch Nr. 50. mit 17750 ℔ auf jede Schnittfläche, oder pro □ Zoll mit 90469 ℔ = 75 pro Cent der absoluten Festigkeit (welche nach Versuch Nr. 51. 121322 ℔ betrug) durchgerissen.

b. Bolzen im federharten Zustande, bei Versuch Nr. 84. ohne Eindruck durchgebrochen mit 9900 ℔ auf jede Trennungsfläche = 50458 pro □ Zoll = 42 pro Cent der absoluten Festigkeit des nehmlichen, aber ungehärteten Stahls. Die Fugenweite zwischen den beiderseitigen Backen hat bei diesem Versuche ½ Linie betragen.

Das Verhalten der Bolzenlöcher ist an der mittleren Backe, welche 0,47 bis 0,48 Zoll dick war, beobachtet worden.

a. Ein Loch, welches für 0,50 zöllige Bolzen an dieser Backe etwas reichlich 0,53 Zoll weit gebohrt war, hatte sich nach Durchführung der ersten fünf Versuche (Nr. 41. bis 45.) auf eine ovale Form von 0,66 Zoll Länge bei 0,53 Zoll Weite ausgelängt, und außerdem noch eine Abstumpfung der Kanten erlitten. Die dabei in jedem Versuche zur Wirkung gekommene Spannung hat an dieser Backe 19500 bis 19800 Pfund betragen.

b. Ein zu 0,50 bis 0,51 zölligen Eisen-, Gelbkupfer- und Stahl-Bolzen (Versuche Nr. 47. 48. 49. 50.) gebrauchtes Loch, welches ohne allen Spielraum den Bolzen genau umfaßte, hat bei den genannten vier Versuchen (Nr. 49. war der Versuch mit dem Bolzen aus Gelbkupfer) unter einer Zugkraft von 18200, 18800, 13900,

und 35500 Pfund nur eine Auslängung bis auf 0,55 Zoll erlitten, während die Queraxe des Ovals bei 0,50 Zoll verblieben war.

c. Die zu dem Versuche Nr. 85. mit einem einzölligen Bolzen, gebohrte Lochung in der einfachen mittleren Schiene oder Backe, welche an dieser Stelle 0,5 Zoll dick war und rings um das, genau mit 1 Zoll Durchmesser gebohrte Loch auf den breiten Seiten 1,58 und 1,94 Zoll in der Längen-Richtung 2,12 Zoll anfängliche Randbreite hatte, ist bei der zu 60800 Pfund (im übrigens nicht vollendeten Versuche) gesteigerten Zugkraft, auf 1,31 Zoll, nur in der Längen-Richtung erweitert worden.

Versuche auf ein völliges Durch- oder Ausreißen solcher Bolzen-Löcher in den Schienen-Backen konnten, weil vor einem Kopfe in der einseitigen Schienenstange ein Bruch erfolgte, wegen Zeitmangels nicht, der Absicht gemäß, durchgeführt werden.

und 0,30 Zoll nun eine Ausdehnung bis auf 0,57 Zoll erlitten, während die Curvatur des Kreises bei 0,40 Zoll verblieben war.

c. Die in dem Versuche Nr. 55 mit einem [illegible] Ringe [illegible] in der [illegible] oder Windung, welche in ihrer Länge 0,5 Zoll bis auf nur noch [illegible] um das, gerade mit 1 Zoll Durchmesser gezogenen Rad auf den beiden Seiten 1,58 und 1,94 Zoll in der längern Richtung 2,12 Zoll [illegible] ist der zu [illegible] (im übrigens nicht [illegible] Versuche) gewickelten Anzahl, auf 1,84 Zoll nur in der längern Richtung erweitert worden.

Versuche auf ein [illegible] oder [illegible] in den [illegible] weil der einem Kreis in der [illegible] ein [illegible] erfolgt, wegen Zeitmangels nicht, der Absicht gemäß, durchgeführt werden.

Anlage A.

= Versuch

erſ
e Feſ

3.
Ausdehnu Quotient ie Elaſtizi Grenze, =
0,00068
0,00063
0,00098
0,00068

Zur Prüfu

Verſuch №	
22	Stabeiſen { geſchweißt, ge aus ⅔ Sollin
23	Daſſelbe . . . . . .
24	Stabeiſen { raffinirt, gedre aus reinem G
25	Daſſelbe . . . . . .
26	Stabeiſen { ⊞ raffinirt, ⅔ Soll. und
27	Stabeiſen { ⊞ raffinirt u aus rein. Git
28	Stabeiſen { geſchmiedet un aus rein. Soll
29	Stabeiſen { geſchmiedet un ¾ Soll. ¼
30	Stabeiſen { geſchmiedet un ½ Soll. ½
31	Stabeiſen { geſchmiedet un ¼ Soll. ¾
32	Stabeiſen { geſchmiedet un aus rein. Gitt
33	Stabeiſen { geſchweißt und ¾ Soll. ¼
34	Stabeiſen { geſchweißt und aus rein. Gitt
35	Stabeiſen { geſchweißt, ge ſchlägen behan
36	Stabeiſen { geſchweißt, gen behandelt. —
37	Stabeiſen { desgleichen aus rein. Gitt
38	Stabeiſen { geſchweißt, hie

4.
s=Maß □Zoll in
87
78
78
96
80
85
93
86
82
83
87
75
95
der
75
77
№
Schl

s auf Fußen, = M	5. Maß des Rücksprungs = R	6. Spezifischer Rücksprung, = S	7. Ausdehnungs-Quotient für die Zerreißung, = Z	8. Absolute Festigkeit für 1 □Zoll, Pfund.
31902	36,662	4,676	0,203	67830
70657	46,188	5,891	0,167	73322
00177	42,332	5,399	0,168	69992
56694	52,407	6,684	0,172	71234
89594	43,902	5,600	0,088	61237
69640	76,089	9,705	0,123	66257
78570	20,818	2,655	0,090	71351
04972	36,129	4,608	0,096	64356
16214	28,525	3,638	0,050	65249
98006	61,272	7,815	0,115	69064
99560	40,371	5,149	0,093	61088
14895	26,090	3,328	0,149	73728
63829	43,878	5,596	0,143	62423
Schlag	versuche kei	ne Resul	tate zu	70508
14895 90047	26,090 68,767	3,328 8,771 }	0,104	67092
35. .	. . . .	. . . .	. . . .	62693
gversu	che, für	Spalte 2	bis 7	68233.

Anlage C.

4. Elasticitäts- ß auf 1 □ Zoll in nden	in Fußen	5. Maß des Rück- sprungs	6. Specifischer Rück- sprung	7. Ausdeh- nungs- Quotient für die Zerreißung	8. Absolute Festigkeit in Pfden. für 1 □ Zoll.
58408	9896582	62,616	7,986	0,052115	68303
61755	8394590	29,145	3,717	0,107180	58547
34075	9054830	31,437	4,009	0,029499	53728
25896	9005200	22,559	2,877	0,057523	57648
95057	7735894	13,156	1,678	0,093906	55087
86718	7538749	23,629	3,014	0,131370	58290
48186	8716890	17,012	2,169	0,101280	52425
59526	5332460	16,714	2,132	0,128075	53509
79907	9540749	51,778	6,604	0,216326	54201
11008	9493742	39,861	5,084	0,150446	63213
44505	6859033	13,386	1,707	0,002950	57551
10728	8742202	40,607	5,179	0,084564	56303
10916	6320880	19,812	2,527	0,015241	68398
09207	8797440	27,574	3,517	0,082597	57905
33766	8776444	47,630	6,075	0,031957	55466
97934	10213960	19,933	2,542	0,089481	54459
66788	9704089	40,744	5,197	0,035399	55941
24646	9330564	15,868	2,024	0,117996	62500
72915	9371808	50,861	6,487	0,017699	68747
58433	8115340	13,802	1,760	0,012193	57677

Grad-folge.	Ge… für die näch…ratzoll	Grad-folge.	4. Maß der absoluten Festigkeit (Cohäsions-Größe) für 1 Quadratzoll-Querschnitt in Pfunden.
1.	…. 2. …inäres, ge- …orm, aus: } Roheisen. …1.	1.	Versuch Nro. 21. Stabeisen — geschmiedet, raffinirt, hiernach gedreht und kalt ausgeschmiedet, □ Form, aus reinem Gitteldeschen Roheisen. 73861.
2.	…. 25. …alzt, zuvor …edreht, ○ …iem Gittel- …. …).	2.	Versuch Nro. 33. Stabeisen — geschweißt und gewalzt, ○ Form, aus: 3/4 Sollinger u. } Roheisen. 1/4 Gitteldeschem } 73728.
3.	…. 34. …weißt und …n, aus rei- …n Roheisen. …1.	3.	Versuch Nro. 23. Stabeisen — geschweißt, gedreht und gewalzt ○ Form, aus: 2/3 Sollinger u. } Roheisen. 1/3 Gitteldeschem } 73234.
4.	…. 15. …affinirt und …m, aus rei- …n Roheisen. …3.	4.	Versuch Nro. 28. Stabeisen — geschmiedet und geschweißt, □ Form, aus reinem Sollinger Roheisen. 71351.

(m) für die uadratzoll) Gr fol n.	Grad-folge.	4. Maß der absoluten Festigkeit (Cohäsions-Größe) für 1 Quadratzoll Querschnitt in Pfunden.
5 Nro. 21. schmiedet, raf- ch gedreht und iedet, □ Form, Gitteldeschen 5591.	5.	Versuch Nro. 25. Stabeisen — gewalzt, zuvor raffinirt und gedreht, ○ Form, aus reinem Gitteldeschen Roheisen. 71234.
6 Nro. 32. eschmiedet und □ Form, aus eldeschen Roh- 807.	6.	Versuch Nro. 18. Stabeisen — geschweißt, gedreht und geschmiedet, □ Form, aus: $2/3$ Sollinger u. $1/3$ Gitteldeschem } Roheisen. 69910.
7 Nro. 19. geschweißt, ge- eschmiedet, □ l. n } Roheisen. 594.	7.	Versuch Nro. 31. Stabeisen — geschmiedet und geschweißt, □ Form, aus: $1/4$ Sollinger u. $3/4$ Gitteldeschem } Roheisen. 69064.
8 Nro. 22. eschweißt, ge- walzt, ○ Form, l. n } Roheisen. 3729.	8.	Versuch Nro. 5. Stabeisen — geschmiedet und ⊞ raffinirt, □ Form, aus: $2/3$ Sollinger u. $1/3$ Gitteldeschem } Roheisen. 66468.

Grad-folge.	Gewichts-G… nächsten Ela… We… in…	Grad-folge.	4. Maß der absoluten Festigkeit (Cohäsions-Größe) für 1 Quadratzoll Querschnitt in Pfunden.
9.	V… Stabeisen und geschw… aus: reinem … eisen. …en.	9.	Versuch Nro. 27. Stabeisen — ⊞ raffinirt, gewalzt und übergeschmiedet, □ Form, aus reinem Gitteldeschen Roheisen. 66257.
10.	V… Stabeise… walzt und … □ Fo… aus … 2/3 Solli… oh- 1/3 Gitte…	10.	Versuch Nro. 2. Stabeisen — ordinäres, geschmiedet, □ Form, aus: 2/3 Sollinger u. 1/3 Gitteldeschem } Roheisen. 66234.
11.	Ve… Stabeisen ge- gewalz… det, … Git- nem G…	11.	Versuch Nro. 30. Stabeisen — geschmiedet und geschweißt, □ Form, aus: 1/2 Sollinger u. 1/2 Gitteldeschem } Roheisen 65249.
12.	Ve… Stabeisen und geschw… aus: 3/4 Solli… 1/4 Gitte… …sen.	12.	Versuch Nro. 29. Stabeisen — geschmiedet und geschweißt, □ Form, aus: 3/4 Sollinger u. 1/4 Gitteldeschem } Roheisen. 64356.

3.		4.
…s=Maß (m) für die …on 1 Quadratzoll $\left(m = \frac{f}{e}\right)$ … Pfunden.	Gradfolge.	Maß der absoluten Festigkeit. (Cohäsions=Größe) für 1 Quadratzoll Querschnitt in Pfunden.
Versuch Nro. 4. …sen — ordinäres, ge… …t, □ Form, aus: …llinger u. …tteldeschem } Roheisen 30002907.	13.	Versuch Nro. 13. Stabeisen — ⊞ raffinirt und geschmiedet, □ Form, aus reinem Gitteldeschen Roheisen. 62537.
Versuch Nro. 7. …sen — ⊞ raffinirt und …alzt, □ Form, aus: …llinger u. …tteldeschem } Roheisen. 29724294.	14.	Versuch Nro. 34. Stabeisen — geschweißt und gewalzt, ○ Form, aus reinem Gitteldschen Roheisen. 62423.
Versuch Nro. 30. …e Stabeisen wie zuvor. 29520840.	15.	Versuch Nro. 15. Stabeisen — ⊞ raffinirt und gewalzt, □ Form, aus reinem Gitteldeschen Roheisen. 61644.
Versuch Nro. 26. …sen — ⊞ raffinirt, ge… …t und übergeschmiedet, …Form, aus: …llinger u. …tteldeschem } Roheisen. 29065907.	16.	Versuch Nro. 10. Stabeisen — ordinäres, geschmiedet, □ Form, aus reinem Gitteldeschen Roheisen. 61449.

Gradfolge.	Gewich‹t› die nächsten ‹…›zoll	Gradfolge.	4. Maß der absoluten Festigkeit. (Cohäsions-Größe) für 1 Quadratzoll Querschnitt in Pfunden.
17.	). St‹…›s, ge- g‹…› aus rei- 2/3 1/3 ‹…›oheisen.	13.	Versuch Nro. 26. Stabeisen — ⊞ raffinirt, gewalzt und übergeschmiedet, □ Form, aus: 2/3 Sollinger u. 1/3 Gittelde'schem } Roheisen. 61237.
18.	. St‹…›irt und ‹…›n, aus ‹…›oheisen.	14.	Versuch Nro. 32. Stabeisen — geschweißt und geschmiedet, □ Form aus reinem Gittelde'schen Roheisen. 61088.
19.	. St‹…› zuvor. s‹…› 2/3 1/3	15.	Versuch Nro. 12. Stabeisen — ordinäres, gewalzt, □ Form, aus reinem Gittelde'schen Roheisen. 59202.
20.	‹…›. St‹…›ßt und s‹…› aus: ‹…›oheisen.	16.	Versuch Nro. 4. Stabeisen — ordinäres, gewalzt, □ Form, aus: 2/3 Sollinger u. 1/3 Gittelde'schem } Roheisen. 58923.

3. Maß (m) für die Quadratzoll $\left(\frac{f}{e}\right)$ ...nden.	Grad-folge.	4. Maß der absoluten Festigkeit (Cohäsions-Größe) für 1 Quadratzoll Querschnitt in Pfunden.
...ch Nro. 28.	21.	Versuch Nro. 8.
— geschweißt und ...et, □ Form, aus ...ollinger Roheisen.		Stabeisen — ⊞ raffinirt und gewalzt, □ Form, aus: 2/3 Sollinger u. 1/3 Gitteldeschem } Roheisen.
...766643.		58378.

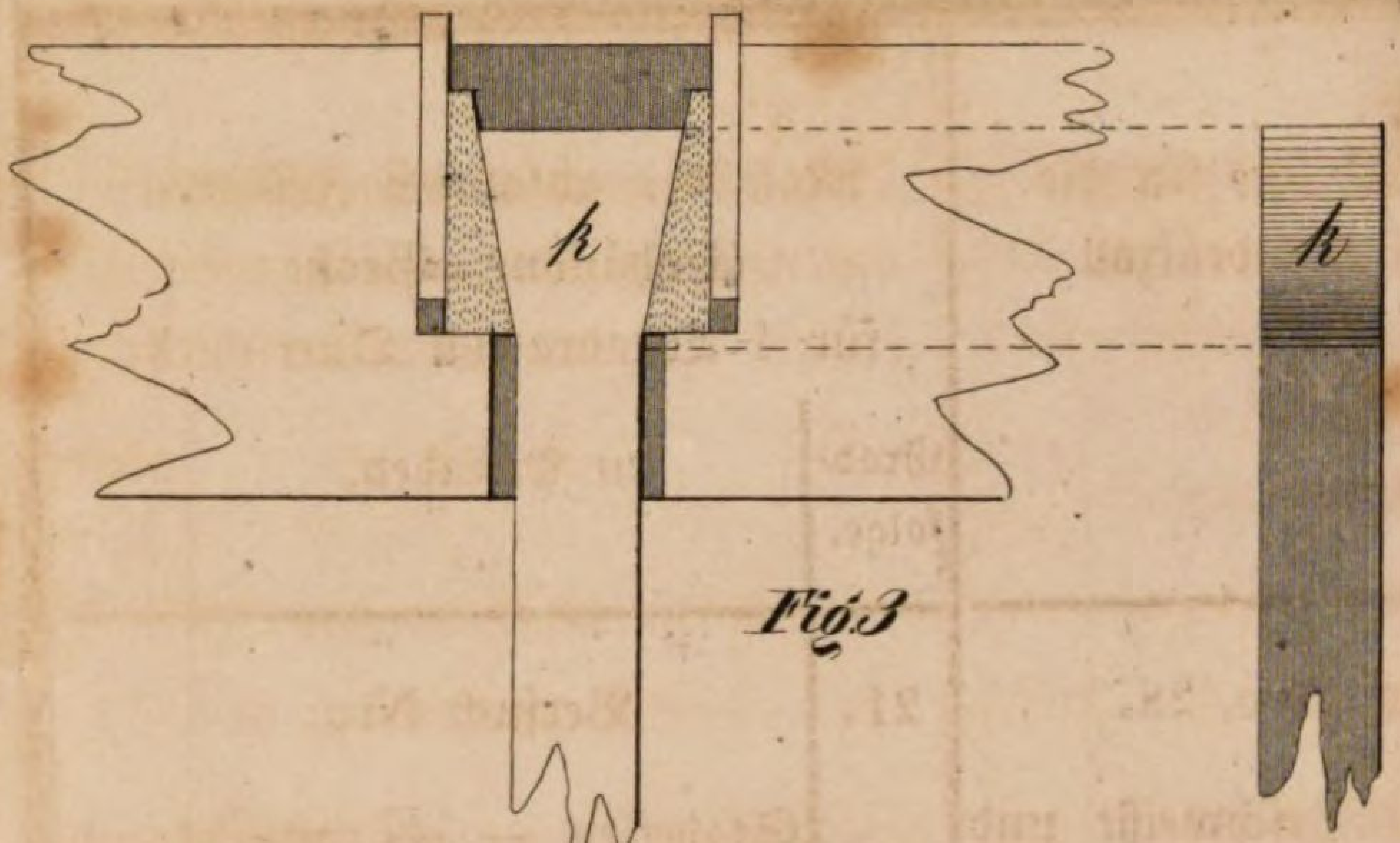

Fig.3

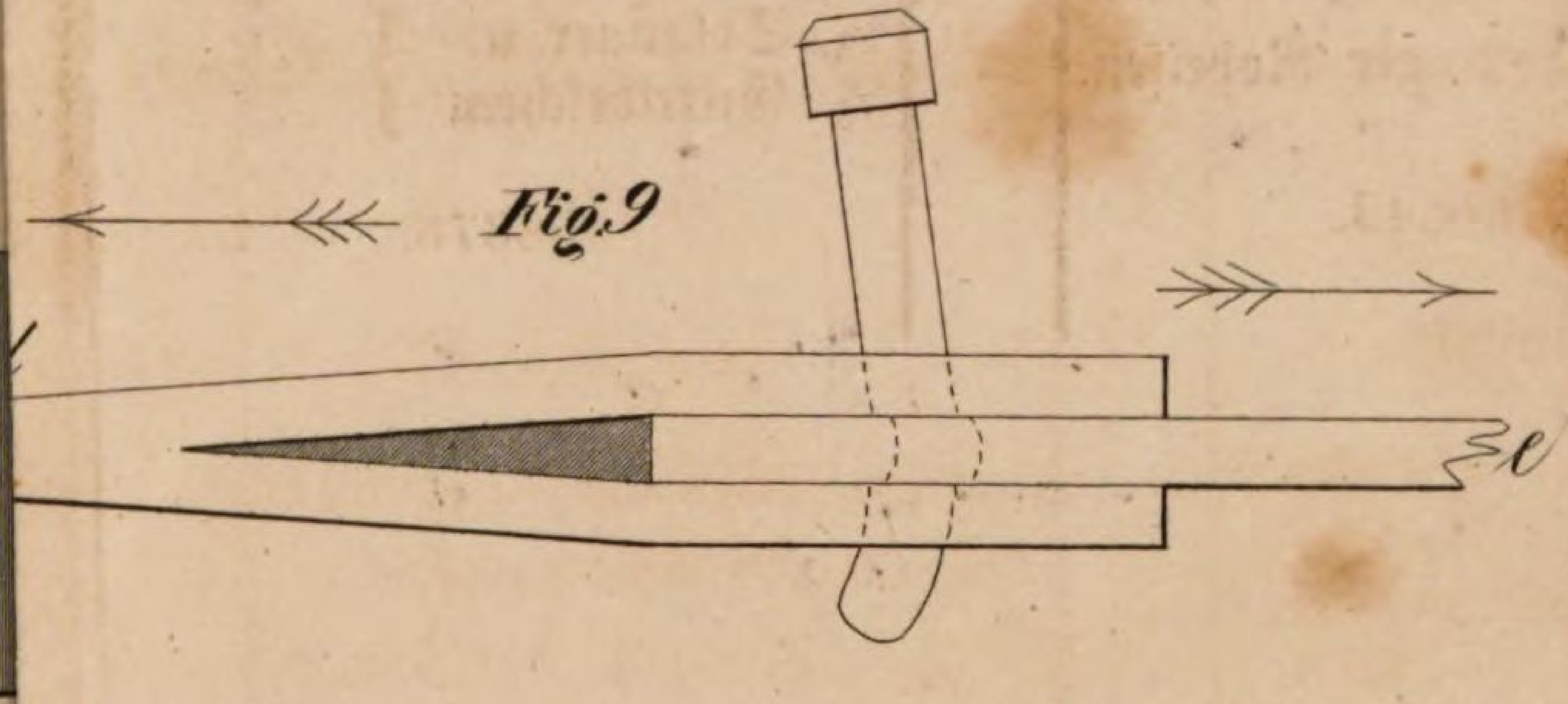

Fig.9

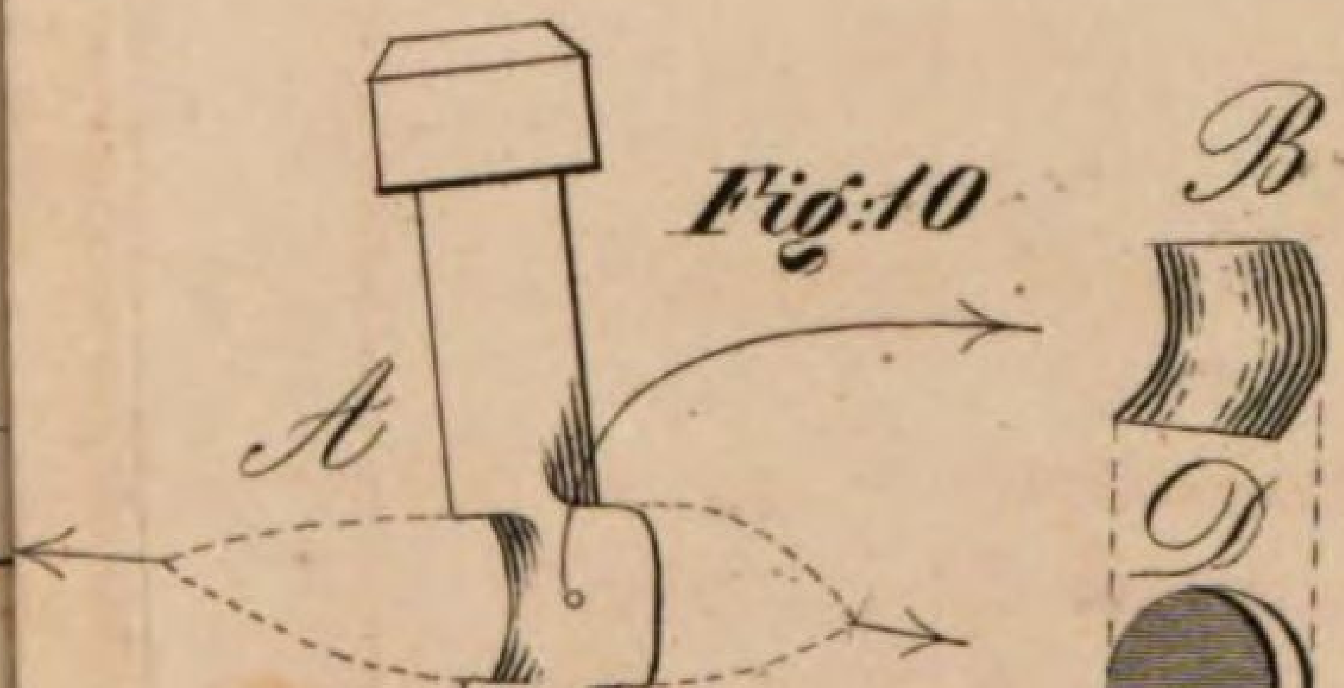

Fig.10

Fig.11

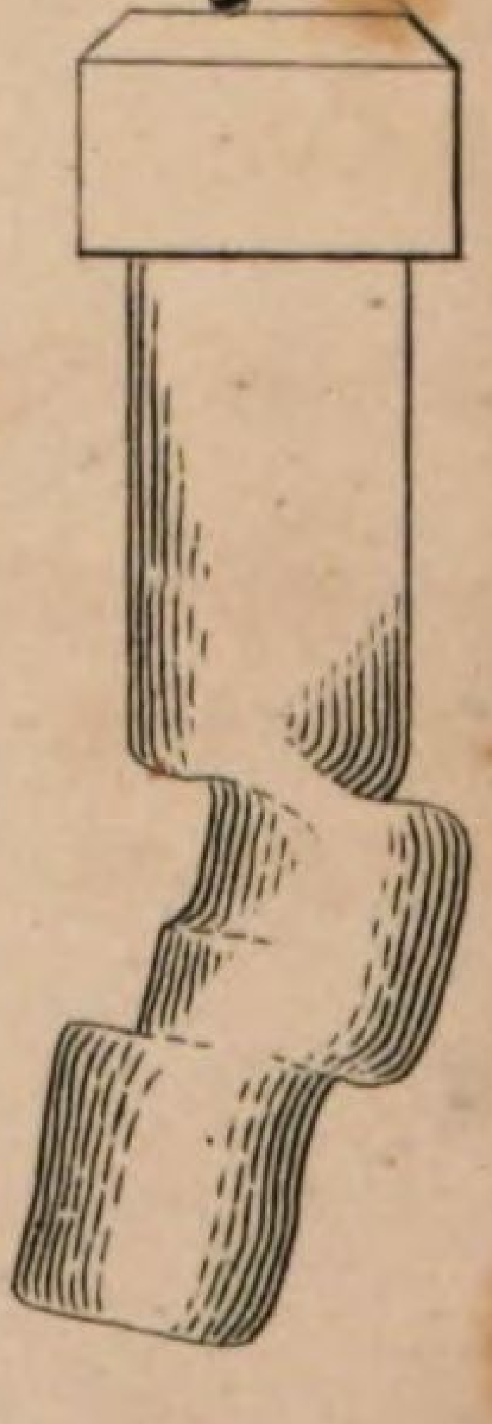

Fig.12

BSB Bayerische StaatsBibliothek
MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Hausmann, Johann Friedrich Ludwig,

Versuche zur Bestimmung der Elasticität und Festigkeit verschiedener auf R. Hannoverschen Eisenhütten verfertigter Stabeisen-Sorten, welche auf Verfü gung des Kön. Hannoverschen hohen Ministerii, durch eine dazu ernannte Comission, im April 1834 zu Cassel ausgeführt worden sind Besonderer Abdruck aus d. 4. Bnde. d. Studien des Göttingischen Vereins Bergmä

[Göttingen] [1841]

Metall. 50 e
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10292911-4